ENCYCLOPÉDIE
CHIMIQUE

TOME X

FABRICATION DES COULEURS

PARIS — IMPRIMERIE C. MARPON ET E. FLAMMARION
26, RUE RACINE, 26

ENCYCLOPÉDIE
CHIMIQUE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. FREMY

Membre de l'Institut, professeur à l'École polytechnique, directeur du Muséum
Membre du Conseil supérieur de l'instruction publique

PAR UNE RÉUNION

D'ANCIENS ÉLÈVES DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE, DE PROFESSEURS ET D'INDUSTRIELS

ET NOTAMMENT DE

MM. ARSON et AUDOUIN, ing. en chef des travaux chim. à la Compagnie parisienne du gaz
H. BECQUEREL, répétiteur à l'École polytechnique; **BERTHELOT**, sénateur, membre de l'Institut
BOUILHET, ing. dir. de la maison Christofle; **M. BOURGEOIS**, répétiteur à l'École polytechnique
BOURGOIN, professeur à l'École de pharm.; **BOUTAN**, ingénieur des Mines
BRESSON, ancien directeur des mines et usines de la Société autrichienne des chemins de fer de l'État
CAMUS, directeur de la Compagnie du gaz; **Ad. CARNOT**, directeur des études de l'École des mines;
CHASTAING, pharm. en chef de la Pitié; **CLÈVE**, profess. à l'Université d'Upsal; **CUMENGE**, ingén. en chef des mines
CURIE (J.), maître de conférences à la Faculté des sciences de Montpellier; **DEBIZE**, ingénieur en chef des manuf. de l'État
DEBRAY, membre de l'Institut; **DECAUX**, directeur des teintures des manuf. de l'État
DEHÉRAIN, membre de l'Institut, professeur au Muséum
DITTE, professeur à la Faculté des sciences de Caen; **DUBREUIL**, président de la chambre de commerce à Limoges
DUCLAUX prof. à l'Instit. agronom.; **DUPRÉ**, s.-dir. du labor. municipal; **DUQUESNAY**, ing. des manuf. de l'État
ŒUVERTE, directeur des forges de Terre-Noire; **De FORCRAND**, docteur ès sciences; **FUCHS**, ing. en chef des Mines
GAUDIN, ancien élève de l'École polytechnique, prof. de chimie; **GIRARD**, directeur du laboratoire municipal
L. GODEFROY, professeur à l'École libre des hautes-études; **L. GRUNER**, inspecteur général des mines
Ch.-Er. GUIGNET, ancien élève et répétiteur à l'École polytechnique, professeur de chimie
GUNTZ, maître de confér. à la Fac. des sciences de Nancy; **HENRIVAUX**, direc. de la manufact. des glaces de Saint-Gobain
JOANNIS, maître de conférences à la Faculté des sciences de Bordeaux; **JOLY**, maître de conférences à la Sorbonne
JOULIE, pharmacien en chef de l'hospice Dubois; **JUNGFLEISCH**, professeur à l'École de pharmacie
KOLB, administrateur de la Société des manufactures des produits chimiques du Nord
LEIDIÉ, pharm. en chef de l'hôpital Necker; **LEMOINE**, ing. en ch. des ponts et chaussées, examin. à l'École polytechnique
LODIN, ing. des mines; **MALLARD**, prof. à l'École des mines; **MARGOTTET**, prof. à la Faculté des sciences de Dijon
MARGUERITTE, président du conseil d'admin. de la compagnie paris. du gaz
MATHEY, dir. des houillères de Blanzy; **MEUNIER (Stanislas)**, aide-natur. au Muséum; **MOISSAN**, agrégé à l'Éc. de pharm.
MOUTIER, examinateur de sortie à l'École polytechnique
MUNTZ, professeur, directeur des laboratoires à l'Institut agronomique; **NIVOIT**, profess. à l'École des ponts et chaussées
ODENT, anc. élève de l'École polytechnique; **OGIER**, dir. du laboratoire de toxicologie à la préfecture de police
PABST, chimiste principal au laboratoire municipal; **PARMENTIER**, profes. à la Faculté des sciences de Montpellier
PÉCHINEY, directeur des usines de produits chim. du midi; **PERSOZ** fils, directeur de la condition des soies
POMMIER, industriel; **PORTES**, pharm. en chef de l'hôpital de Lourcine; **PRUNIER**, prof. à l'École de pharmacie
RIBAN, directeur du laboratoire de la Sorbonne; **ROSWAG**, ingénieur civil des Mines
ROUSSEAU, s.-dir. du laboratoire de chimie de la Sorbonne; **SABATIER**, prof. à la Faculté des sciences de Toulouse
SARRAU, professeur à l'École polytechnique; **SCHLAGDENHAUFFEN**, prof. à l'École de pharmacie de Nancy
SCHLŒSING, prof. au Conservatoire des arts et métiers; **SOREL**, anc. ingén. des manuf. de l'État
TERREIL, aide-naturaliste au Muséum; **TERQUEM**, professeur à la Faculté de Lille
URBAIN, répétiteur à l'École centrale des arts et manufactures; **VERNEUIL**, professeur de chimie
VIEILLE, ing. des poudres et salpêtres; **VILLIERS**, agrégé à l'École de pharm.; **VINCENT**, prof. à l'École centrale
VIOLLE, prof. à la Faculté des sciences de Lyon; **WELDON**, membre de la Société royale de Londres, etc.

TOME X. — APPLICATIONS

FABRICATION DES COULEURS

Par M. Ch.-Er. GUIGNET

Ancien élève et répétiteur à l'École polytechnique, professeur de chimie

PARIS

Vve Ch. DUNOD, ÉDITEUR

LIBRAIRE DES CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES CHEMINS DE FER, DES MINES ET DES TÉL...

49, Quai des Augustins, 49

1888

FABRICATION DES COULEURS

Par M. Ch.-Er. GUIGNET

PRINCIPES GÉNÉRAUX

I. — QUALITÉS DES COULEURS

1° Stabilité.

Une couleur doit être *stable* (*fixe* ou *solide*), c'est-à-dire inaltérable sous les influences diverses auxquelles les peintures doivent être exposées.

La lumière.

De toutes ces influences, l'une des plus destructives, c'est la *lumière*, et surtout la lumière directement émise par un soleil ardent.

Les couleurs végétales les plus solides comme le bleu d'indigo, le jaune de gaude, le rouge et le violet de garance, finissent par *blondir* à la lumière.

D'autres, comme le rose de carthame, le rouge du bois de Brésil, disparaissent complètement après quelques heures d'exposition en plein soleil.

D'autres enfin sont moyennement solides : tels sont les diverses couleurs préparées à l'aide de la cochenille.

Les fleurs conservent leurs brillantes colorations sous l'action de la lumière solaire, parce que les matières colorantes se reforment sans cesse pendant la vie végétale. Toutefois, dans les pays très chauds, certaines fleurs se décolorent complètement sous l'influence du soleil quelques jours après leur épanouissement.

Un grand nombre de couleurs minérales sont inaltérables à la lumière : oxydes de fer, de chrome; bleus de cobalt; sulfure de mercure (vermillon).

D'autres, au contraire, changent plus ou moins vite : quelques-unes même se décolorent complètement, comme le bleu de Prusse.

La lumière agit quelquefois d'une façon toute différente.

Certaines matières incolores prennent sous l'action prolongée de l'air et des rayons du soleil des colorations fort remarquables.

Ainsi les huiles et vernis des anciens tableaux forment un enduit transparent, d'un brun jaune doré, qui contribue beaucoup au charme du coloris : à la condition toutefois que cet enduit ne soit pas trop foncé (*poussé au noir*).

Il y a plus : les *couvertes* des poteries, les verres employés comme vitraux, prennent avec le temps des tons fort caractérisés qui modifient beaucoup l'éclat des couleurs et peuvent se fondre de la façon la plus harmonieuse.

Dans les anciennes maisons, rien de plus facile à constater que la couleur des vieilles vitres : il suffit d'ouvrir les fenêtres et de placer derrière chaque vitre une feuille de carton blanc (*bristol*). Certaines vitres paraîtront vertes : d'autres jaunes ou violettes ; rarement le verre ancien nous semblera incolore.

C'est pourquoi les verrières des XII[e] et XIII[e] siècles nous paraissent composées de tons d'une harmonie riche et tranquille, d'un éclat tempéré qui n'a rien de choquant pour l'œil, ce qui contraste complètement avec l'éclat *neuf* et *cru* des verrières modernes, malgré toute l'habileté de nos artistes. Aussi croit-on volontiers que les peintres-verriers du moyen âge étaient en possession de procédés particuliers, qui ne sont pas arrivés jusqu'à nous. Mais c'est une erreur absolue, comme nous espérons le démontrer en traitant de la peinture sur verre.

Les acides.

Certaines couleurs, très stables sous d'autres influences, sont fort sensibles à l'action des acides. Tel est l'outremer qui se détruit sous l'influence des acides les plus faibles.

Mais il est fort rare qu'une couleur soit exposée à l'action des acides : aussi peut-on employer l'outremer en toute sécurité ainsi que les autres couleurs *sensibles aux acides*.

Les bases.

Les bases les plus énergiques sont *la chaux, la potasse, la soude*. Les carbonates de potasse et de soude agissent presque comme les bases elles-mêmes ; les savons exercent aussi une action analogue.

Il est peu important que les couleurs employées en peinture résistent à ces agents, à moins qu'il s'agisse de peindre à *fresque*, sur des mortiers frais.

Les émanations sulfureuses.

On devrait dire *émanations sulfhydriques*, car il s'agit ici du gaz sulfhydrique (ou *hydrogène sulfuré*), qui est toujours contenu en très faible quantité dans le gaz d'éclairage et qui s'échappe des fosses d'aisances.

Ce gaz noircit toutes les couleurs à base de plomb, de bismuth, etc.

C'est un grave inconvénient, sans doute ; mais il est bien difficile de se passer des couleurs de plomb dans la peinture.

Les couleurs de cuivre noircissent aussi par l'acide sulfhydrique, mais l'effet produit est beaucoup moins sensible.

Acide sulfureux.

Ce gaz, qui se produit quand on brûle du soufre à l'air, se trouve toujours dans les produits de la combustion du gaz d'éclairage, du coke, de la houille, etc.

Un grand nombre de couleurs sont altérées par l'acide sulfureux, surtout les *laques végétales* qui deviennent presque incolores sous cette influence.

Chlore, acide azotique, acide hypoazotique.

Ces produits altèrent la plupart des couleurs ; heureusement, il est fort rare que les peintures soient exposées à de telles causes de destruction.

2° Transparence.

Suivant l'usage auquel on les destine, les couleurs doivent être *opaques* ou *transparentes*.

Le mode de préparation exerce une grande influence sur l'opacité plus ou moins complète.

Cependant le bleu de Prusse est toujours transparent; et les ocres naturelles sont toujours opaques.

La transparence dépend souvent de la forme cristalline.

Ainsi le chromate de plomb naturel (*plomb rouge de Sibérie, crocoïse*) se présente en cristaux rouge orangé, transparents. En réduisant ces mêmes cristaux en poudre fine, on obtient une matière d'un jaune orangé très vif, mais toujours transparente; tandis que le chromate de plomb préparé à la manière ordinaire est constamment opaque.

Cependant, la réciproque n'est pas vraie ; beaucoup de corps amorphes sont transparents : tels sont le bleu de Prusse, le ferrocyanure de cuivre, qu'il a été impossible, jusqu'à présent, d'obtenir à l'état cristallisé.

3° Innocuité.

Les couleurs vénéneuses (à différents degrés) sont de beaucoup les plus employées, et il paraît difficile de s'en passer, du moins d'une manière complète.

Mais pour toutes les matières destinées à colorer les substances alimentaires ou même à fabriquer les papiers destinés à les envelopper, on a proscrit avec beaucoup de raison les couleurs vénéneuses.

Voici la liste des couleurs interdites comme vénéneuses par le Conseil d'hygiène et de salubrité pour la coloration des bonbons, sirops, etc. C'est d'après cette base que sont relevées les contraventions contre les fabricants et les marchands.

(ORDONNANCES DES 8 JUIN 1881, 3 JUILLET 1883 et 21 MAI 1885).

Sucreries, bonbons; papiers servant à envelopper les substances alimentaires.

Couleurs minérales interdites :

Cendres bleues. — Bleu de montagne.

Massicot. — Minium. — Mine orange. — Jaunes de Cassel, de Turner, de Paris. — Blancs de plomb, céruse, blanc d'argent. — Jaune de Naples (antimoniate de plomb). — Jaunes de chrome, de Cologne. — Sulfate de plomb.

Chromate de baryte — Outremer jaune.

Vert de Schéele, vert de Schweinfurt.

Vermillon (sulfure de mercure).

Gomme-gutte. — Aconit nopal.

Couleurs organiques.

Fuchsine et dérivés immédiats, tels que le *bleu de Lyon*.

Eosine.

Matières colorantes renfermant au nombre de leurs éléments de la vapeur nitreuse, tels que : *jaune de naphtol, jaune victoria*.

Matières colorantes préparées à l'aide de composés diazoïques, tels que *tropéoline, rouges de xylidine*, etc.

ORDONNANCE DU 5 AVRIL 1884.

(Concernant les jouets).

Produits interdits :

Couleurs arsenicales : vert de Schéele, de Schweinfurt, vert métis.

Oxyde de plomb : massicot, minium, blanc de plomb (céruse, blanc d'argent), Jaune de chrome.

Préparations de mercure, tels que vermillon.

Sels de cuivre, tels que cendres bleues.

Exception pour les articles de fer battu et les ballons de caoutchouc, vernis ou vernis gras, pour lesquels on tolère :

Les jaunes de chrome.

Le blanc de plomb.

Le vermillon.

Ces ordonnances, déjà remaniées plusieurs fois, sont en ce moment l'objet d'un travail tout spécial du Conseil d'hygiène et de salubrité; mais le résultat n'est pas encore publié.

On y trouvera certainement de nombreuses rectifications : c'est ainsi que l'éosine, quoique interdite, ne paraît pas être vénéneuse.

Couleurs sans poison.

On fabrique régulièrement depuis assez longtemps, des couleurs inoffensives toutes préparées pour la peinture à l'aquarelle ; ce sont des *boites de couleurs sans poison* (couleurs Turpin).

Ces produits peuvent être mis sans danger entre les mains des enfants. Cependant, il nous paraît prudent de ne pas trop répéter aux enfants que les couleurs en question sont inoffensives, car ils prendraient l'habitude de porter le pinceau

à la bouche et ils agiraient de même avec les couleurs ordinaires (qui sont fort souvent vénéneuses) aussitôt qu'ils en auraient à leur portée.

II. — PRÉPARATION DES PRODUITS NATURELS EMPLOYÉS COMME COULEURS

Cette préparation comprend plusieurs opérations fort distinctes :

1° *Cassage et triage à la main.*

Il est nécessaire de rejeter toutes les matières étrangères mélangées aux produits naturels employés comme couleurs.

Ainsi le sulfate de baryte naturel est séparé avec soin des parties contenant de l'oxyde de fer, de la galène (sulfure de plomb), ou même du quartz, qui serait beaucoup plus dur à broyer.

La même opération se fait pour certaines ocres dites *en roche*, d'où l'on sépare les *rognons* calcaires ou quartzeux disséminés dans la masse.

2° *Débourbage.*

Pour la plupart des ocres, on fait tremper la matière dans l'eau (pendant plusieurs jours, s'il est nécessaire). Il suffit alors de brasser fortement le mélange à l'aide d'un agitateur mécanique pour mettre la matière en suspension dans l'eau.

3° *Broyage.*

Les produits naturels ne peuvent être broyés à *la molette*; c'est un broyage parfait, mais beaucoup trop coûteux.

Le plus souvent, le broyage se fait sous des meules de forme convenable.

Les meules ordinaires à moudre le blé servent très bien pour moudre *à sec* le sulfate de baryte naturel et même le quartz *étonné* (c'est-à-dire chauffé au rouge et plongé dans l'eau froide).

Pour les broyages à l'eau, on emploie des meules de plus petites dimensions; la meule *volante* porte deux échancrures en forme de croissant, afin de faciliter l'engrenage de la matière entre les deux meules. On arrive au même résultat en donnant à la meule volante une forme prismatique.

Chaque paire de meules est renfermée dans *une tine* (ou *cuve*) contenant de l'eau avec la matière à broyer.

Toutes les tines, au nombre de douze ou quinze, sont disposées circulairement autour d'une grande roue horizontale qui engrène avec des *lanternes* portées par les axes des meules.

C'est à l'aide d'un semblable moulin qu'on réduit en poudre impalpable le

feldspath qui doit former la couverte de la porcelaine; c'est aussi l'appareil employé pour le broyage de l'outremer artificiel.

Quand il s'agit de broyer des matières en gros fragments, on commence par les écraser sous une *pile* (*tordoir*, dans le Nord); c'est une machine composée d'une meule verticale tournant autour d'un axe horizontal, fixé lui-même à un arbre vertical mobile; de sorte que cette meule parcourt, en tournant sur elle-même, la circonférence d'une plate-forme représentant une meule *gisante*.

On n'obtient avec la pile que des poudres grossières qu'il faudrait ensuite *classer au tamis* ou par *lévigation;* mais ces poudres passées au moulin à tines deviennent d'une grande finesse.

On emploie aussi le broyage à sec dans des tonnes roulantes, où l'on enferme la matière avec des boulets de fonte.

Le broyeur Carr, le broyeur Wappart, seront peut-être appliqués au broyage de certains produits naturels employés comme couleurs; jusqu'à présent, nous ne connaissons aucun essai tenté dans cette voie.

Les machines spéciales pour le broyage des couleurs ne sont presque jamais employées au broyage des produits naturels.

Quelle que soit son origine, une couleur ne peut pas être soumise indifféremment à tel ou tel mode de broyage.

Il est fort important qu'une couleur soit constituée de parcelles aplaties, *laminées* pour ainsi dire; ces parcelles s'appliquent les unes sur les autres, se recouvrent en partie à la façon des tuiles d'un toit. Les couleurs prennent ainsi une vivacité de ton des plus remarquables, un *éclat profond* tout particulier.

Mais une couleur formée de particules rondes manque absolument d'éclat.

Il faut donc, en général, agir sur les couleurs par *écrasement* et *déchirement;* c'est justement ce que fait la molette en petit et le moulin à tines quand on opère en grand.

Mais le frottement par roulement dans une tonne produit surtout des parcelles rondes; de sorte que les meilleures couleurs peuvent *s'éteindre* par ce mode de broyage.

4° *Lévigation.*

Cette opération consiste à mettre le produit en suspension dans l'eau et à laisser déposer pendant quelques instants. Les parties les plus grossières se déposent d'abord; on *décante* l'eau qui surnage et tient en suspension les parcelles les plus fines.

C'est ainsi qu'on arrive à faire des poudres impalpables. La méthode est générale; elle s'applique aux matières suivantes : poudre d'émeri, craie, ocres, peroxyde de fer (rouge d'Angleterre), bleu d'outremer, etc.

Pour les matières argileuses, telles que les ocres, le dépôt se forme avec une lenteur extrême; on ajoute souvent un peu de sulfate d'alumine ou d'alun qui détermine la formation du dépôt en quelques minutes.

Un grand nombre de dépôts naturels n'ont d'autre origine que la lévigation; c'est ainsi que dans les grandes vallées, les dépôts formés par les fleuves, sont souvent *classés* suivant l'ordre de grosseur des fragments qui les constituent.

3° *Tamisage.*

Le tamisage à sec ou en présence de l'eau, est souvent employé pour classer les poudres colorantes ; mais ce procédé paraît plus coûteux que la lévigation. Pour obtenir des poudres impalpables, il est nécessaire que le tamisage devienne un véritable *blutage*, effectué à l'aide de blutoirs à farine. Mais le moindre inconvénient des blutoirs, c'est de s'user rapidement par le contact des poudres minérales qui sont beaucoup plus dures que la farine.

III. — FABRICATION DES COULEURS ARTIFICIELLES

1° *Voie sèche.*

On comprend sous ce nom tous les procédés qui comportent l'action de la chaleur et l'absence de l'eau, ou du moins qui n'emploient qu'une très petite quantité d'eau.

On évite autant que possible les préparations par voie sèche, car les produits ainsi préparés doivent être soumis à des broyages longs et minutieux qui font perdre souvent aux couleurs la plus grande partie de leur éclat.

C'est cependant par voie sèche qu'on prépare les meilleures couleurs et les plus importantes : blanc de zinc, outremer, bleus de cobalt, etc.

2° *Voie humide.*

Toutes les opérations faites en présence de l'eau sont comprises sous le nom de *voie humide.*

Deux solutions qui donnent par leur mélange une matière solide qui se sépare, *un précipité,* sont dans les meilleures conditions pour donner une couleur de très bonne qualité, si toutefois le précipité se trouve être de nuance convenable.

Pour les couleurs par voie humide, il suffit de *laver à fond,* c'est-à-dire jusqu'à ce que l'eau de lavage évaporée à sec ne laisse pas plus de résidu que l'eau pure ayant servi au lavage.

Il suffit en effet de la plus faible quantité de sels étrangers pour gâter les meilleures couleurs.

Ainsi un peu de *chlorure de calcium,* donne aux couleurs la fâcheuse propriété d'attirer l'humidité.

Une faible quantité de borax ou d'acide borique, coagule la gomme.

L'acide sulfurique, même très étendu, se concentre par la dessiccation, altère les couleurs et détruit les tissus de coton imprimés avec ces couleurs.

Le carbonate de soude, ainsi que le sulfate, viennent *s'effleurir* peu à peu à la surface des couches des couleurs employées à l'eau ou bien à l'huile et formant une sorte de *salpêtrage* fort désagréable, etc.

La précipitation par voie humide peut se faire par la décomposition mutuelle de deux sels simples ; exemples :

Ferrocyanure de potassium. . . . . Perchlorure de fer	Bleu de Prusse.
Chromate de potasse . . . . Acétate de plomb	Chromate de plomb (jaune de chrome).
Chlorure de cadmium. . . . . Acide sulfhydrique	Sulfure de cadmium (jaune de cadmium).
Chlorure de baryum . . . . Acide sulfurique	Sulfate de baryte artificiel (blanc fixe).
Iodure de potassium . . . . Azotate de mercure	Iodure de mercure (rouge vif).

Mais on peut arriver à obtenir par double décomposition des mélanges très intéressants au point de vue de la fabrication des couleurs; mélanges qu'il serait impossible d'obtenir aussi *homogènes* par un procédé mécanique.

Supposons que du bleu de Prusse et du jaune de chrome soient broyés ensemble sur une glace pendant fort longtemps; on finira par obtenir un beau vert qui paraîtra bien homogène, mais dans lequel on distinguera facilement au microscope des parcelles bleues et des parcelles jaunes, même avec un faible grossissement.

Mais si les deux matières sont précipitées ensemble dans la même liqueur, le mélange sera très intime sans qu'il soit nécessaire de recourir au broyage, et il faudra recourir à un fort grossissement pour discerner les parcelles bleues et les parcelles jaunes.

On prépare les deux solutions mixtes suivantes :

A { Ferrocyanure de potassium.
Chromate de potasse.

B { Acétate de peroxyde de fer.
Acétate neutre de plomb.

On agite fortement la solution B et on verse peu à peu la solution A, tout en continuant d'agiter; le bleu de Prusse et le jaune de chrome se forment ensemble et restent intimement mélangés malgré la grande différence de densité de ces deux matières.

C'est le principe de la fabrication des *verts Milior.*

On peut d'ailleurs imaginer un grand nombre d'autres combinaisons entre quatre sels, divisés de manière qu'on puisse les dissoudre par groupes de deux, sans qu'il y ait double décomposition.

Les produits ainsi obtenus ont été nommés *couleurs mixéolytiques* (M. Kletzinsk). Exemples :

A { Ferrocyanure de potassium.
Acide sulfhydrique.

B { Acétate de peroxyde de fer.
Acétate de cadmium.

Pour vert clair.

A { Ferrocyanure de potassium.
  Acide sulfhydrique.

B { Chlorure d'étain.
  Sulfate de cuivre.

Produit brun foncé, couvrant très bien, employé quelquefois comme bistre.

3° *Voie moyenne ou mixte.*

Certaines couleurs s'obtiennent par des procédés mixtes, participant à la fois de la voie sèche et de la voie humide.

Ainsi l'oxyde de chrome hydraté $Cr^2O^3,2HO$ (vert Guigner), se prépare en deux opérations :

1° En chauffant au rouge sombre (400 degrés), un mélange de bichromate de potasse et d'acide borique hydraté. Il se forme ainsi un borate double de sesqui-oxyde de chrome et de potasse d'un beau vert émeraude. C'est une opération par voie sèche.

2° En décomposant par l'eau bouillante le sel double ainsi obtenu, on enlève un borate de potasse et il reste de l'oxyde de chrome hydraté. Cette seconde opération a tous les caractères des préparations par voie humide.

4° *Broyage des couleurs artificielles.*

Les produits obtenus par voie sèche doivent être soumis à un broyage complet.

On emploie souvent les meules décrites precédemment; c'est ainsi qu'on broie l'outremer.

Mais pour les couleurs fines, destinées à la peinture d'art, on opère le plus souvent sur de petites quantités; et le meilleur broyage est toujours le broyage à la *molette;* c'est une petite meule de verre ou de porcelaine qu'on promène circulairement sur une glace bien dressée, en ayant soin de faire tourner en même temps la molette sur elle-même.

Pour les couleurs qui ne sont pas très dures à broyer, on emploie souvent une molette de marbre agissant sur un plan de même matière. On choisit le marbre noir compact de préférence aux marbres veinés, qui présentent des parties de dureté fort inégale. En peu de temps, la surface du plan de marbre deviendrait tout à fait rugueuse et le broyage serait très imparfait.

Il est nécessaire de *ramasser au centre* ou *relever*, très souvent la couleur avec un *couteau à palette*, afin de changer les points de contact entre la molette et la glace. Pour les couleurs ordinaires, un couteau d'acier suffit très bien; mais pour les couleurs délicates, on fait usage d'un couteau de corne ou d'ivoire.

Le broyage à la molette est fort coûteux et ne peut guère s'appliquer qu'aux couleurs fines.

M. Bewley a imaginé une machine qui réalise à très peu près les conditions de la molette.

Elle se compose essentiellement d'un plateau de verre horizontal qui tourne lentement autour d'un axe vertical.

Sur ce plateau, qui reçoit la couleur délayée à l'huile ou à l'eau, viennent s'appuyer sept molettes animées d'un mouvement de rotation. La pression exercée sur le plateau n'est pas la même pour chaque molette, de sorte que les grains les plus gros, échappés à l'une des molettes, sont repris par les autres. Des lames élastiques remplacent le couteau et *relèvent* constamment la couleur en la ramenant sous les molettes.

La machine de M. Rawlinson peut servir aussi pour les couleurs fines; la construction en est plus simple.

Elle se compose essentiellement d'un cylindre de marbre noir faisant office de molette et tournant autour d'un axe horizontal.

Ce cylindre tourne dans un tiers de cylindre de même matière et bien exactement de même diamètre.

La couleur à broyer est fournie par une sorte de trémie qui la débite par une ouverture longitudinale qu'on peut fermer à volonté avant chaque *broyée* et rouvrir quand la couleur a passé plusieurs fois entre les deux surfaces cylindriques. A chaque tour, la couleur est relevée par une *racle* (lame élastique) qui s'appuie sur toute la surface du cylindre mobile.

Comme la surface *travaillante* est très grande relativement à celle d'une molette ordinaire, cette machine abrège beaucoup le broyage tout en l'exécutant avec une grande perfection. De plus, comme elle est simple et facile à démonter, le nettoyage s'opère aisément.

La plupart des machines employées au broyage des couleurs communes ont pour organe essentiel une paire de cylindres de fonte dure, ou mieux de granit, à surfaces bien dressées. Les cylindres sont mobiles autour de deux axes situés dans un même plan horizontal. La couleur, délayée à l'huile ou à l'eau, passe un grand nombre de fois entre les cylindres ; en effet, à chaque tour, elle est relevée par des racles qui la ramènent au-dessus des cylindres broyeurs.

Ces machines s'appliquent surtout au broyage à l'huile : quand il s'agit de produits durs (terre de Sienne brûlée, brun Van Dyck, etc), les matières doivent d'abord passer au *moulin à sec*, disposé le plus souvent comme un moulin à café, ou, ce qui est bien préférable, on les broie d'abord à l'eau sous les meules horizontales.

FABRICATION DES LAQUES

On désigne sous le nom de *laques* des couleurs dont la constitution et la préparation sont tout à fait spéciales.

Une laque n'est autre chose qu'une matière solide, le plus souvent blanche, qui est teinte par une substance colorante.

Dans la fabrication d'une laque, il y a donc toujours à distinguer la *base* de la laque et le *principe* colorant.

Quelquefois la teinture de la base se fait directement, comme s'il s'agissait de teindre un tissu; mais, le plus souvent, la base et la matière colorante sont précipitées en même temps, de façon que la combinaison soit aussi intime que possible.

La fabrication des laques est d'une grand importance.

On emploie dans la peinture d'art plusieurs laques fort belles et très solides (laques de garance, laque de gaude).

Pour la fabrication des papiers peints, on consomme de très grandes quantités de laques souvent très peu solides (laques de bois rouges, de couleurs d'aniline, etc).

Des fabricants spéciaux (notamment la maison Coëz, à Saint-Denis) produisent des laques pour l'impression des tissus (laques au bois jaune, laques d'alizarine, etc.). Ces couleurs sont dissoutes dans l'acide acétique, additionnées d'épaississants et imprimées à la manière ordinaire; le tissu imprimé étant soumis au *vaporisage*, l'acide acétique se dégage et la couleur reste solidement fixée au tissu.

En terme de fabrication, *laquer* une matière colorante, c'est la transformer en laques susceptibles d'être employées comme couleurs. On dira ainsi : *laquer* le bois rouge, le rouge d'aniline, etc.

Le mot *laque* paraît venir de ce qu'on a fabriqué les premiers produits de ce genre avec la *lake-dye* et autres produits analogues contenant une matière rouge semblable à celle de la cochenille.

Quant au *laque* de Chine et du Japon, ce nom masculin désigne une sorte de vernis d'excellente qualité, dont la fabrication et le mode d'emploi sont fort peu connus. Ce produit n'a donc rien de commun avec les couleurs appelées *laques*.

D'après l'ordre d'importance, voici les principales *bases* employées pour la fabrication des laques.

L'*alumine* est souvent employée sous la forme d'*alumine en gelée* précipitée par un léger excès d'ammoniaque d'une solution d'alun ou de sulfate d'alumine. Comme ce dernier sel est fabriqué très en grand et qu'il ne contient pas de fer (quand il est de bonne qualité), son emploi est plus économique que celui de l'alun.

L'alumine en gelée absorbe très facilement les matières colorantes : elle se *teint* directement dans une décoction de cochenille, de bois rouge, de gaude, etc. Mais, le plus souvent, les laques ainsi obtenues manquent d'éclat; de plus, quand on les sèche, elles prennent un aspect dur, corné, qui les déprécie beaucoup, car, à l'état sec, elles se délaient difficilement soit à l'eau, soit à l'huile.

Dans la fabrication des laques on emploie surtout le sulfate d'alumine tribasique SO^3,Al^2O^3. Cette formule peut s'écrire $3SO^3,3Al^2O^3$, tandis que le sulfate neutre s'exprime par $3SO^3,Al^2O^3$.

Le sulfate d'alumine tribasique est insoluble dans l'eau; il est d'un blanc pur et opaque, au lieu d'être gélatineux et transparent comme l'alumine en gelée. De plus, il se rassemble et se lave facilement : soumis à la dessiccation, il donne un produit très blanc, friable, au lieu des écailles dures et cornées que l'on obtient avec l'alumine en gelée.

On prépare le sulfate tribasique en saturant par du carbonate de soude une solution d'alun ou du sulfate d'alumine, jusqu'à formation d'un léger précipité persistant. Il faut avoir soin d'agiter constamment pour faciliter le dégagement de l'acide carbonique, et d'attendre suffisamment afin que le précipité d'abord formé ait le temps de se redissoudre.

La liqueur, séparée du précipité persistant, est soumise à l'ébullition. Le sulfate tribasique se dépose rapidement ; on le lave par décantation.

On peut aussi précipiter l'alun ou le sulfate d'alumine par une quantité convenable de carbonate de soude, représentant les deux tiers de la quantité nécessaire pour saturer tout l'acide du sulfate.

C'est ce qu'indiquent les formules suivantes (en supposant ces sels anhydres):

$$3SO^3,Al^2O^3 + 3(CO^2,NaO) = Al^2O^3 + 3(SO^3,NaO) + 3CO^2$$
$$3SO^3,Al^2O^3 + 2(CO^2,NaO) = SO^3,Al^2O^3 + 2(SO^3,NaO) + 2CO^2$$

Dans la pratique, il suffit de précipiter une solution d'alun ou de sulfate d'alumine avec du carbonate de soude jusqu'à ce que la liqueur soit franchement alcaline, ce qui prouve que toute l'alumine est précipitée. Puis on répète la même opération en n'employant que les deux tiers de la solution de carbonate de soude pour la même quantité de sel d'alumine.

Au lieu de précipiter le sulfate tribasique et de le teindre avec une matière colorante, le plus souvent la précipitation et la teinture se font en même temps : c'est pour cette raison que dans la plupart des recettes publiées pour la préparation des laques on indique toujours des quantités de carbonate de soude inférieures à celles qui seraient nécessaires pour la précipitation complète de l'alumine.

Dans ce cas, il ne faut pas oublier que l'alun ou le sulfate d'alumine saturés par le carbonate de soude peuvent être maintenus à 35 ou 40° sans laisser déposer de sulfate basique, mais que le dépôt se fait rapidement à la température de 100 degrés.

On emploie quelquefois l'alumine précipitée de l'alun ou du sulfate d'alumine par le zinc métallique, à l'aide de l'ébullition. Cette alumine est beaucoup plus compacte que l'alumine gélatineuse ordinaire et convient très bien à la fabrication des laques.

On trouve, dans le commerce, de l'aluminate de soude à de très bonnes conditions. Ce produit est fort employé en teinture, et, comme il est exempt de fer, il est très utile à la fabrication des laques.

Ainsi, on peut ajouter de l'aluminate de soude à une décoction de matière colorante, et verser le mélange peu à peu dans une solution de sulfate d'alumine. Par la double décomposition de l'aluminate de soude et du sulfate d'alumine, il se forme de l'aluminate de soude qui reste en dissolution et de l'alumine qui se précipite en entraînant de la matière colorante.

On emploie aussi, comme *bases* des laques, différents sels d'alumine insolubles, tels que les phosphates et surtout le borate d'alumine. L'avantage qu'on y trouve, c'est que le borate d'alumine, par exemple, s'obtient par le sulfate d'alumine et le borate de soude (ou borax), et que ce dernier sel n'ayant qu'une très

faible réaction alcaline n'altère pas les matières colorantes sensibles à l'action des alcalis, telles que la cochenille, le bois rouge, etc.

Les *aluminates* insolubles, et notamment l'*aluminate de magnésie*, peuvent servir à la préparation des laques.

On obtient l'aluminate de magnésie en ajoutant peu à peu de l'ammoniaque dans une solution ainsi formée :

Alun de potasse	45	grammes.
Sulfate de magnésie	13	—
Chlorhydrate d'ammoniaque	6	—

Le mélange se dissout dans un quart de litre d'eau, à peu près. En se précipitant, l'alumine entraîne presque toute la magnésie.

Si on ajoute à la solution une décoction de matière colorante (de cochenille, par exemple), on peut obtenir une belle laque, mais à la condition de ne pas employer un excès d'ammoniaque.

L'*acide stannique* (ou bioxyde d'étain) se combine très bien avec les matières colorantes ; la plupart des laques employées dans l'impression des tissus sont à base d'acide stannique.

Le plus souvent, on précipite les solutions de matière colorante par le bichlorure d'étain (oxymuriate d'étain des ateliers), ou par un mélange de bichlorure et de protochlorure (sel d'étain). On produit ainsi un mélange et même une véritable combinaison d'acide stannique et de protoxyde d'étain, qui forme une base très convenable pour certaines laques.

Le *stannate de soude*, qui est fabriqué en grand pour la teinture et l'impression, peut servir aussi à la préparation des laques à l'acide stannique. On procède comme pour l'aluminate de soude : on précipite, par le bichlorure d'étain, une solution de matière colorante mêlée de stannate de soude. On emploie même quelquefois le sulfate d'alumine pour précipiter le stannate de soude ; il se forme ainsi un véritable *stannate d'alumine* qui représente la base de la laque.

L'acide antimonique et l'oxyde d'antimoine, l'acide tungstique, servent aussi de bases à certaines laques. Le tungstate de soude est fabriqué en grand par les Anglais pour la teinture et l'impression des tissus; on peut donc l'employer comme tous les produits de fabrication courante, car son prix n'est pas très élevé.

Les oxydes de plomb, de zinc, de chrome, la magnésie, la chaux, etc., servent aussi de bases à certaines laques. Enfin on emploie dans le même but, la craie, l'albumine, la gélatine et même l'amidon ou la fécule. Le mélange de craie et d'albumine (blanc d'œuf) ou *craie albuminée*, *attire* beaucoup mieux les matières colorantes que ne ferait la craie pure.

Pour la fabrication des papiers peints et pour l'impression des tissus, les laques sont livrées en pâte; on peut ainsi les délayer, les épaissir et les mélanger avec tout autre matière. Elles contiennent d'ordinaire 33 pour cent d'eau et le prix de vente est en rapport avec cette quantité d'eau.

Pour la peinture à l'huile, les laques sont le plus souvent mises en *trochisques*. Quand on opère en petit, la pâte est versée dans un entonnoir dont la douille est

presque fermée par une baguette de verre; en agissant sur cette baguette on fait sortir la pâte de manière à former une série de petits amas coniques qu'on dépose sur des feuilles de verre à vitres (verre double); on porte ensuite à l'étuve pour sécher à une température peu élevée. Les trochisques se détachent aisément du verre après la dessiccation.

Dans la fabrication en grand, on emploie une sorte de trémie portant plusieurs ajutages formés par des baguettes attachées à un même support. En manœuvrant ce support, on peut donc faire sortir la couleur en même temps par tous les ajutages.

On livre souvent les laques en poudre sèche, ce qui est plus simple et ne présente aucun inconvénient quand il s'agit de les broyer à l'huile où à l'eau.

FABRICATION DES BRONZES DE COULEUR

On désigne sous le nom de *bronzes de couleur*, ou plus souvent *bronzes-couleurs*, des métaux ou des alliages métalliques réduits en poudre fine.

On les applique sur des *mordants*, sorte de vernis, auxquels le bronze adhère fortement quand ils ne sont pas tout à fait secs; ou bien on les emploie comme les couleurs, en les délayant avec de l'huile, des vernis, de l'eau gommée ou de la colle légèrement chauffée.

Il ne faut pas croire que les métaux réduits par un moyen quelconque en poudre très fine, puissent être employés comme bronzes-couleurs.

Il est indispensable que la poudre soit formée de parcelles très fines, mais aplaties et brillantes, autrement dit, de très petites paillettes pourvues de l'éclat et de la nuance qu'on désire obtenir.

Ainsi l'or précipité de ses dissolutions par le sulfate de fer ou l'azotate de sous-oxyde de mercure, se présente sous la forme d'une poudre brune, sans aucun éclat. Si l'on broie cette poudre à sec sur une glace, à l'aide d'une molette, en ayant soin d'appuyer fortement, les parcelles de poudre s'agglomèrent et forment des paillettes grossières qui ne peuvent servir à aucun usage.

Mais l'or en feuilles très minces (moins d'un millième de millimètre d'épaisseur), tel qu'on l'emploie pour la dorure sur bois, donne un très beau produit quand on le broie sur une glace avec de l'eau gommée.

L'or ainsi broyé est placé dans des coquilles de moules bien nettoyées; c'est ce qu'on appelle *l'or en coquille*.

La préparation de l'or et de l'argent *en coquilles* est fort ancienne; il est probable qu'on s'en est servi dès les premiers temps du moyen-âge pour enluminer les missels.

Ce n'est qu'en 1750, qu'un maçon de Furth, près Nuremberg, eut l'idée de

broyer avec de l'eau les débris des feuilles minces d'or faux qu'on fabriquait dans le pays.

C'est ainsi que l'industrie des bronzes en poudre a pris naissance.

On produit actuellement des quantités considérables de bronzes-couleurs de nuances très variées, qu'on emploie pour toutes sortes de peintures, pour les papiers peints et même pour l'impression de certains tissus.

Le bronze blanc n'est autre chose que de l'étain réduit en poudre très fine; on l'obtient aisément en agitant vivement de l'étain fondu dans une boîte dont l'intérieur a été frottée avec de la craie. La poudre est tellement fine qu'on peut l'employer immédiatement pour la peinture. Toutefois on prépare de plus beaux bronzes blancs en traitant l'étain par la méthode générale.

Presque tous les bronzes sont actuellement fabriqués à l'aide de différents alliages réduits par le laminoir en feuilles très minces. On termine souvent par un battage entre des feuilles de vélin, comme on fait pour l'or et l'argent.

On force les feuilles minces à passer au travers d'un tamis de toile métallique, en frottant à l'aide d'un *gratte-bosse*. Les feuilles sont ainsi réduites en petits fragments qu'on achève de broyer avec une eau visqueuse (eau de gomme, mélasse, etc.). On lave ensuite à l'eau chaude pour enlever toute matière étrangère. Il ne reste plus qu'à sécher à basse température.

On fait varier la couleur des bronzes en les chauffant à une température convenable en présence de l'air, ou bien en les soumettant à l'action de vapeurs sulfureuses (acide sulfhydrique).

Il se forme ainsi de très minces couches d'oxydes ou de sulfures qui prennent de fort belles couleurs; on arrête l'opération au moment précis où le produit atteint la nuance désirée.

C'est dans une méthode analogue à celle qui permet de *recuire* l'acier au bleu, au jaune-paille, au brun, etc.

Voici la composition de quelques alliages employés pour la fabrication des bronzes-couleurs :

Nuances claires......	Cuivre....	83
	Zinc.....	17
Nuances rouges......	Cuivre....	90 à 94.
	Zinc.....	10 à 6.

Pour le ton de cuivre rouge on emploie du cuivre pur.

Les proportions des alliages sont d'ailleurs assez variables pour une même nuance; ce qui prouve que le recuit, la sulfuration (et quelques autres tours de main) ont une influence considérable sur les colorations.

Voici un exemple de ce genre :

Bronze orangé (français)....	Cuivre ...	97,32.
— (anglais)	— ...	90,82.
— (bavarois)....	— ...	95,30.

On a proposé plusieurs autres procédés pour réduire les métaux en poudres propres à faire des bronzes-couleurs ; mais, jusqu'à présent, ces procédés ne semblent pas avoir pris de grands développements.

L'un des moyens mécaniques les plus ingénieux consiste à réduire d'abord le métal en poudre fine à l'aide d'une *fraise* d'acier montée sur l'axe d'un tour; cette fraise est un manchon d'acier trempé très dur, dont la surface est taillée comme celle d'une lime. On doit arroser constamment avec un courant d'eau froide afin d'empêcher que l'outil s'échauffe trop.

La fraise peut être remplacée par une meule de grès fin sur laquelle on appuie le lingot de bronze.

La poudre mouillée est ensuite passée dans un laminoir, dont les deux cylindres ont leurs axes dans un même plan horizontal. La poudre est contenue dans une trémie qui la laisse échapper par petites quantités.

Pendant ce travail, chaque parcelle s'applatit et se change en une pellicule brillante. Il est nécessaire de faire le laminage en présence de l'eau, car les parcelles de métal se souderaient les unes aux autres.

Ce procédé, proposé par M. Werder, de Nuremberg, ne paraît pas avoir eu grand succès en Allemagne, du moins jusqu'à présent. Il paraît cependant que les Anglais emploient depuis longtemps un procédé analogue.

On a proposé aussi de réduire les bronzes fondus en fines gouttelettes au moyen de la force centrifuge (procédés de Rostaing). Il serait nécessaire de passer ensuite les poudres au laminoir afin de transformer les parcelles en fines lamelles ou *paillettes*.

Quand le bronze, réduit en lames minces, est mêlé avec une quantité convenable de mercure, on obtient un amalgame solide, bien homogène. Soumis à la distillation vers 400°, cet amalgame laisse dégager le mercure et abandonne le bronze sous la forme d'une masse spongieuse de nuance très franche. Il est nécessaire que la distillation se fasse dans un courant d'hydrogène ou de gaz d'éclairage bien purifié. Le principal défaut de ce procédé, imaginé par Fuchs et appliqué surtout par M. Stolzel, c'est le danger qui résulte du maniement et surtout de la distillation du mercure. Il est presque impossible de préserver les ouvriers des vapeurs délétères du mercure, même avec des cheminées munies d'un excellent tirage. De plus, la dépense de mercure est toujours assez considérable.

Le cuivre précipité de ses dissolutions par le fer ou le zinc est sous la forme d'une poudre rougeâtre ou noirâtre dépourvue d'éclat; de plus, cette poudre n'est pas homogène, elle est mêlée de petits *tubercules* ou même de petits cristaux de cuivre. On obtient un résultat meilleur en plongeant dans une solution de sulfate de cuivre une lame de fer entourée d'un sac de toile de coton très serrée; toutefois le produit est loin d'avoir les qualités exigées pour les bronzes.

Quand on chauffe de l'oxyde de cuivre dans un courant de vapeur de pétrole léger (éthers et essences de pétrole), on obtient du cuivre réduit en minces paillettes d'une teinte bien uniforme.

Lorsque le pétrole léger contient quelques traces de vapeurs sulfureuses (de sulfure de carbone, par exemple), le cuivre réduit prend de fort belles teintes irisées.

Il est probable qu'on utilisera quelques-uns de ces faits au profit de l'industrie des bronzes couleurs; mais les procédés seront gardés secrets avec le plus grand soin.

BRONZES ARTIFICIELS

Ce sont des produits chimiques de nature fort diverse employés pour imiter les bronzes-couleurs; aussi les a-t-on appelés *succédanés* ou *surrogats* des bronzes.

L'un de ces produits est même beaucoup plus ancien que les poudres de bronze, c'est l'*or mussif* des anciens chimistes (bisulfure d'étain).

Il est maintenant peu employé ; on le remplace par les bronzes jaunes, qui sont plus beaux et ne coûtent pas plus cher. Cependant, ils sont moins durables.

La préparation de l'or mussif se fait par une ancienne recette d'alchimiste :

On mélange intimement dans un mortier 7 parties de soufre, 6 parties de chlorhydrate d'ammoniaque et 12 parties d'étain amalgamé préalablement avec 6 parties de mercure.

On chauffe dans un matras de verre posé sur un bain de sable jusqu'à ce que les vapeurs de mercure aient disparu ainsi que les vapeurs sulfureuses. On termine en chauffant le matras jusqu'au rouge, aussi est-il nécessaire de le recouvrir d'un lut argileux.

A cause du danger des vapeurs mercurielles, il est nécessaire d'opérer sous une hotte munie d'un bon tirage. On peut d'ailleurs adapter au matras un tube recourbé qui se termine par un tuyau de toile bien mouillé plongeant dans de l'eau froide : le mercure vient s'y condenser, ce qui diminue beaucoup les frais et les dangers de l'opération.

La réussite dépend de la température. Si l'on ne chauffe pas assez, le produit est d'un jaune trop clair qui manque de vivacité. A une température convenable on obtient un sulfure jaune d'or en paillettes bien brillantes. Mais si l'on chauffe trop, la matière devient grisâtre (M. Lefort).

Après l'opération, le matras est brisé pour en retirer le sulfure formé. Le produit forme une sorte de gâteau qui n'est pas très homogène et dont la teinte n'est pas très vive; à la partie supérieure, on trouve du bisulfure qui s'est sublimé en paillettes brillantes d'un jaune vif. On recueille à part cette portion du produit qui représente un or mussif de qualité supérieure.

Il serait à désirer qu'on pût fabriquer l'or mussif par un procédé moins primitif et surtout plus économique et plus régulier.

On obtient le bisulfure d'étain cristallisé par certains procédés de laboratoire : par exemple, en faisant passer à travers un tube chauffé au rouge de l'acide sulfhydrique mêlé de vapeurs de bichlorure d'étain; mais ce procédé ne peut guère être appliqué industriellement.

L'*iodure de plomb*, employé quelquefois comme couleur jaune (voir plus loin, *couleurs jaunes*), peut servir comme bronze, car il est facile de l'obtenir en paillettes brillantes dorées d'un vif éclat ; il suffit de le dissoudre dans l'eau bouillante et de laisser refroidir la solution.

On a proposé comme bronze violet lilas le *sesquichlorure de chrome anhydre*, qui se présente en belles paillettes d'une couleur fleur de pêcher. Ce produit s'obtient en faisant passer du chlore sur un mélange d'oxyde de chrome et de charbon chauffé au rouge vif. Il est nécessaire qu'il soit bien exempt de protochlorure, autrement il se dissout dans l'eau avec la plus grande facilité (M. Péligot). Du reste, c'est surtout pour les peintures à l'huile et au vernis que ce produit pourrait recevoir quelques applications s'il était fabriqué en grand.

Le *sesquioxyde de chrome anhydre* s'obtient en fines paillettes d'un vert métallique, très brillantes, quand on décompose le bichromate de potasse par la chaleur rouge. En reprenant la masse par l'eau bouillante, on dissout du chromate neutre de potasse qu'on peut employer pour fabriquer des jaunes de chrome. Le produit ainsi obtenu donne un bronze vert tout à fait inaltérable.

Les *bronzes de wolfram* (ou de tungstène) ont vivement attiré l'attention, bien qu'ils aient le défaut d'être cristallins et durs, ou bien de se présenter en fines paillettes, douces au toucher. Comme la matière première est à bon marché, on peut espérer que la fabrication sera perfectionnée.

Les bronzes de wolfram ne sont autre chose que les tungstates doubles de tungstène et de différentes bases, bien connus des chimistes.

Le tungstate de tungstène et de soude, découvert par Wœhler, forme de superbes cristaux brillants comme de l'or.

Le sel analogue, à base de potasse, est en aiguilles violettes à reflets cuivrés qui ressemblent à de l'indigo sublimé.

Le composé à base de lithine est d'un beau bleu d'acier (M. Scheibler).

M. Wright a perfectionné les procédés de préparation de ces tungstates doubles. Pour obtenir le premier, voici comment il opère :

Dans un creuset de porcelaine on fait fondre un mélange de 7 parties d'acide tungstique et 3 parties de carbonate de soude préalablement fondu. On ajoute ensuite de l'acide tungstique tant que le mélange peut en dissoudre.

On ajoute alors de l'étain par petits morceaux ; on voit se former à la surface du métal fondu, de petits cristaux dont le nombre augmente de plus en plus.

Il faut avoir soin de ne pas trop élever la température. La masse est traitée par une solution de potasse, puis par l'acide chlorhydrique et enfin par l'eau pure, de manière à enlever tout ce qui pourrait ternir l'éclat des substances.

On peut signaler aussi le *bisulfure de titane* et surtout *l'azoture de titane*, composés très bien cristallisés en paillettes, inaltérables et d'un vif éclat. Le titane est assez abondant pour qu'on puisse l'employer industriellement.

Un grand nombre de produits organiques colorés, naturels ou artificiels, présentent des reflets bronzés (*d'un vert cantharide*, etc.). La plupart de ces matières étant solubles dans l'eau, ne peuvent être employées comme bronzes ; cependant, pour certains papiers de fantaisie, on obtient des reflets cuivrés avec des couleurs d'aniline, protégées par un vernis ; ou même avec du bleu de Prusse, qui prend des reflets de cuivre rouge, quand il est bien pur et qu'on l'emploie sur une grande épaisseur.

BLANCS

CHAUX

On emploie souvent, surtout dans les campagnes, la chaux blanche, éteinte et délayée dans l'eau, comme blanc pour badigeonner les murs et plafonds.

Ce badigeon, très économique, présente l'avantage de détruire les œufs d'insectes et même les germes nuisibles dont les vieux murs sont souvent pénétrés.

La chaux absorbe rapidement l'acide carbonique de l'air en formant du carbonate de chaux qui n'est pas très adhérent aux murs et se soulève fréquemment par écailles minces.

Lorsque le badigeon à la chaux est appliqué à l'extérieur, il est facilement *lavé* par les pluies. On lui donne quelque solidité en délayant la chaux grasse avec une solution d'alun ; on a ainsi un mélange de chaux en excès, d'alumine et de sulfate de chaux qui est un peu plus adhérent que la chaux pure.

Il est bien préférable d'employer pour les badigeons extérieurs de la chaux hydraulique de très bonne qualité ou du ciment Portland.

On ajoute d'ailleurs un peu d'ocre jaune pour obtenir le *ton de pierre*, du bleu d'outremer commun, pour donner au blanc une nuance plus agréable; de l'ocre rouge pour avoir des tons variés, du rose ou rouge brique clair; ou enfin du noir de fumée bien purifié, du noir d'ivoire ou du gris de charbon, pour composer des gris clairs de toute nuance.

Il ne faut pas oublier que la chaux attaque fortement les pinceaux ordinaires et qu'on doit l'appliquer avec des balais ou des brosses faites de matières végétales.

A l'intérieur le blanchiment à la chaux est le plus souvent remplacé par la peinture à la colle.

A l'extérieur, les badigeons les plus durables se font avec le silicate de potasse additionné de diverses couleurs inaltérables sous l'influence du silicate (noir de charbon, bleu d'outremer, ocres, etc.).

CRAIE

Synonymie. — Blanc de Meudon, de Bougival (Paris). — Blanc d'Espagne (dans le midi de la France). — Blanc de Dieppedale (Rouen). — Petit blanc (Lille). — Blanc de Troyes ou de Champagne (dans l'est de la France).

ÉTAT NATUREL

On désigne sous le nom générique de *craie*, tout un ensemble de terrains définis par les géologues. Ce sont les *terrains crétacés*, immenses dépôts dont la masse atteint souvent trois cents mètres d'épaisseur (bassin de Paris), compris entre les dernières assises des terrains jurassiques et les premières couches des terrains tertiaires.

Considérée dans son ensemble, la craie comprend des argiles, des sables, des calcaires assez durs pour être employés dans les constructions, des couches de silex en rognons, etc., comme on peut le constater sur les falaises de la Manche.

Dans les terrains crétacés, on trouve certaines couches ou amas de *craie proprement dite*, c'est-à-dire d'un carbonate de chaux souvent très blanc, doux au toucher, formant avec l'eau une pâte un peu liante.

Telle est la craie de Meudon et de Bougival ; telles sont les couches exploitées dans les diverses régions de l'Europe et même des autres continents.

HISTORIQUE

La craie a été employée comme couleur blanche chez les peuples les plus anciens : chinois, égyptien, grec, romain, etc. Le nom latin *creta* vient de ce que la plus grande partie de la craie venait de l'île de Crète.

PRÉPARATION

La craie brute est d'abord délayée dans l'eau ; on laisse déposer, on rejette les premières eaux de lavage et on fait passer à travers un tamis très fin.

Le dépôt est moulé grossièrement sous la forme de pains cylindriques et séché à l'air libre.

Pour façonner la craie employée comme crayon blanc, on commence par comprimer assez fortement le dépôt, de manière à obtenir une masse bien compacte, cette masse est ensuite découpée à la scie sous la forme de prismes.

La craie du commerce contient toujours quelques parcelles sableuses.

Pour la purifier, on la délaie dans l'eau et on laisse déposer. On jette l'eau de lavage qui est souvent jaunâtre; on doit même recommencer ce lavage avec de l'eau bien pure, jusqu'à ce que l'eau n'enlève plus rien.

Puis on met la craie en suspension dans l'eau et on laisse déposer pendant quelques instants; les parties les plus grossières se déposent; on décante le liquide laiteux qui donne un dépôt impalpable, débarrassé de toute partie sableuse.

Cependant la craie ainsi purifiée par *lévigation*, retient encore un peu d'argile (souvent jusqu'à 2 pour 100), qui reste comme résidu quand on traite la craie par un acide étendu d'eau. Mais cette argile ne nuit pas aux divers emplois de la craie.

USAGES

1° *Peintures en détrempe.* — La craie forme la base des peintures en *détrempe* ou *à la colle*, employées pour l'intérieur des habitations.

2° *Mastic des vitriers.* — C'est un mélange d'huile de lin cuite et de craie. Ce mastic se conserve sous l'eau jusqu'au moment de l'emploi. Il prend à l'air une dureté assez grande, surtout avec le temps.

On l'emploie non seulement pour les vitres, mais pour le *rebouchage* des fissures et défauts quelconques des boiseries ou des murailles qui ont reçu la première couche de peinture à l'huile ou *couche d'impression*. Cette première couche est indispensable pour faire adhérer le mastic qui ne *colle* pas au bois non *imprimé*.

Pour les peintures très soignées, le rebouchage se fait avec du *mastic à la céruse* que l'on teinte à volonté. Mais on n'emploie jamais ce mastic pour la vitrerie; il devient si dur qu'il est fort difficile de l'enlever pour remplacer les vitres cassées.

3° *Peintures à l'huile.* — On n'emploie *jamais* la craie pour les peintures à l'huile, elle ne donnerait qu'un mauvais blanc jaunâtre, demi-transparent, sans aucune valeur.

C'est pourquoi on doit rejeter de la peinture à l'huile toute couleur falsifiée par addition de craie.

4° *Carton pierre.* — C'est un mélange de colle forte (en solution dans l'eau chaude), de craie et de pâte à papier. La matière encore chaude est coulée dans des moules de soufre, qui présentent l'avantage d'une dépouille très facile; de plus, la matière première peut servir indéfiniment.

Le carton pierre devient très dur par le refroidissement et conserve une certaine souplesse, de sorte qu'on peut le couper, le percer, le clouer, sans craindre de le briser. C'est avec cette matière que l'on fabrique les ornements des cadres pour tableaux, des plafonds, etc., ainsi que des statuettes et même des statues de grande dimension. Tous ces moulages sont forts inférieurs, au point de vue de l'art, mais ils reviennent à un prix fort peu élevé, et quand ils sont couverts de peintures et de dorures, ils donnent satisfaction aux besoins de faux luxe qui caractérisent notre époque.

5° *Nettoyage des métaux.* — La craie, purifiée par lévigation, est souvent

employée pour le nettoyage des métaux de faible dureté : étain et ses alliages, fer-blanc, argent de vaisselle, etc.

C'est encore la craie qui sert à *dégraisser* les planches d'acier, de cuivre ou de zinc poli, en usage pour la gravure. Ces planches sont toujours un peu *grasses*, au point de ne pas se laisser mouiller par l'eau. On étale sur la planche une couche de craie délayée avec une très petite quantité d'eau, on essuie fortement avec une peau de chamois, jusqu'à ce que la planche soit brillante et sèche; elle se laisse alors mouiller régulièrement par l'eau.

Enfin, la craie sert aussi pour le nettoyage des vitres et des glaces.

PLATRE (SULFATE DE CHAUX)

Synonymie. — Gypse. — Blanc d'albâtre. — Blanc *cuphéconis*, etc.

ÉTAT NATUREL

La *pierre à plâtre* est du sulfate de chaux hydraté ($SO^3, CaO, 2HO$) qui perd par une calcination très modérée l'eau qu'elle contient et se change en plâtre *ou sulfate anhydre* (SO^3, CaO).

C'est surtout aux environs de Paris qu'on rencontre abondamment les plus belles variétés de pierres à plâtre.

HISTORIQUE

Dès la plus haute antiquité, le plâtre était employé comme couleur blanche.

Après avoir fait cuire la pierre à plâtre, on la laissait au contact de l'air, jusqu'à ce qu'elle fût *éteinte*, c'est-à-dire revenue à l'état de sulfate de chaux hydraté, sous la forme de poudre très fine.

PRÉPARATION

1° Le plâtre le plus beau s'obtient en cuisant la pierre de première qualité (le gypse *fer de lance*) dans des fours de boulanger chauffés d'abord à 200 degrés seulement.

Ainsi préparé, le plâtre cuit est finement moulu et tamisé : c'est le meilleur *plâtre de moulage*.

Les enduits à plat, ou les moulures faites avec ce plâtre, sont du plus beau

blanc mat et ne doivent recevoir aucun badigeon. Le blanc se conserve pendant de longues années, ainsi que la pureté des lignes des moulures.

Toutefois, pour les appartements des grandes villes, la peinture est indispensable, car les ornements de plâtre seraient bientôt noircis par la poussière.

2° On obtient du plâtre en très petits cristaux feutrés et doux au toucher en précipitant une solution de chlorure de calcium par du sulfate de soude.

Il est nécessaire de laver le précipité à plusieurs eaux pour enlever le chlorure de sodium interposé. Le lavage entraîne aussi du sulfate de chaux (qui n'est pas tout à fait insoluble); mais la perte est insignifiante.

Le chlorure de calcium s'obtient aisément par l'acide chlorhydrique et la pierre calcaire ordinaire. Avant de l'employer, on doit séparer le fer qu'il contient toujours par l'addition d'un peu de lait de chaux.

USAGES

Le sulfate de chaux précipité (et même le gypse ou *plâtre cru* pulvérisé) est employé quelquefois dans la fabrication des papiers peints comme *blanc à satiner;* mais il est presque abandonné maintenant ; on le remplace par le sulfate de baryte artificiel.

On s'en sert aussi, sous le singulier nom de *blanc cuphéconis*, pour donner aux dragées un dernier apprêt blanc d'argent un peu satiné.

Il est impossible d'employer le blanc de plâtre à l'huile; on n'aurait ainsi qu'un enduit jaunâtre et demi-transparent.

KAOLIN

Synonymie. — Terre à porcelaine.

Cette matière, ainsi que d'autres argiles blanches, a été employée par les anciens comme couleur blanche.

Le kaolin pourrait servir comme la craie pour les peintures à la colle ou en détrempe, mais il ne présenterait aucun avantage spécial. Employé à l'huile, il devient transparent et donne un produit qui ne couvre pas.

BLANCS DE BARYTE

1° *Sulfate de baryte naturel.* — C'est ce qu'on nomme d'ordinaire *la baryte* (autrefois *spath pesant*).

Cette matière est très commune dans les filons où l'on rencontre le *quartz*, le *spath fluor* (fluorure de calcium) et la *galène* (sulfure de plomb).

Le sulfate de baryte se présente souvent en grandes masses demi-transparentes d'un blanc laiteux très pur.

Par un cassage suivi d'un triage à la main on sépare les parties contenant beaucoup de quartz ou les parties ferrugineuses.

Le produit est finement broyé sous des meules disposées comme celles des moulins à farine.

On obtient de cette façon une poudre impalpable, très lourde, d'un blanc très pur, mais impossible à employer à l'huile ou même à la colle. Elle *couvre* à peine un peu plus que le verre réduit en poudre impalpable.

Comme le sulfate de baryte peut être livré à vil prix (moins de 2 francs les cent kilogrammes), qu'il n'est pas vénéneux et que sa densité est fort considérable (4,4), il est devenu l'agent de falsification par excellence.

Les papiers lourds et épais dont certains détaillants se servent pour débiter le sucre et autres denrées vendues au poids sont chargés, à dessein, de 20 à 25 p. 100 de sulfate de baryte.

Les blancs de plomb sont falsifiés de la même façon. Il en est souvent de même des blancs de zinc.

2° *Sulfate de baryte artificiel* (*blanc fixe*). — Cette importante fabrication a été créée par M. Fr. Kuhlmann, à Lille, il y a environ trente ans.

Depuis cette époque, elle s'est développée sur différents points et même dans l'intérieur de Paris.

Le carbonate de baryte naturel est très commun en Angleterre : c'est la *whitérite* des minéralogistes ou *pierre à rats* des Anglais ; comme ce produit est fort vénéneux, on le réduit en poudre pour empoisonner les rats ou les mulots (avec des grains de blé saupoudrés de carbonate de baryte), etc.

On traite la whitérite par l'acide chlorhydrique, ce qui donne du chlorure de baryum.

Il suffit d'ajouter de l'acide sulfurique pour obtenir du sulfate de baryte d'un blanc très pur, qu'on peut aisément laver, égoutter et presser, de manière à obtenir une pâte renfermant de 30 à 33 p. 100 d'eau.

L'acide chlorydrique qui a été remis en liberté par l'acide sulfurique reste dans la dissolution ; on s'en sert pour attaquer une nouvelle quantité de withérite ; de sorte que la consommation d'acide chlorhydrique est extrêmement faible.

Le *blanc fixe* ainsi obtenu est une excellente couleur pour les peintures en détrempe ainsi que pour les peintures au silicate ; elle est tout à fait inaltérable

et non vénéneuse. La fabrication des papiers peints en consomme de très grandes quantités : c'est le *blanc à satiner* par excellence; il a fait abandonner les autres blancs, car il se satine parfaitement sous l'action de la brosse et de la poussière de talc.

C'est avec le blanc fixe qu'on prépare les cartons satinés pour les cartes de visite et les cartonnages.

Quand on sèche le sulfate de baryte artificiel on obtient une poudre du blanc le plus pur; mais employé à l'huile, il ne donne que des résultats fort médiocres; toutefois il *couvre* beaucoup mieux que le sulfate de baryte naturel.

CÉRUSE

Synonymie. — Blanc de céruse; blanc de plomb; blanc d'argent; blanc léger; blanc de Krems ou de Kremnitz, etc.

HISTORIQUE

Le blanc de céruse était fabriqué chez les Grecs et portait le nom de *psimnythion*. Les Romains le nommaient *cerusa*; il servait pour la peinture, et les dames romaines l'employaient comme blanc de fard. C'était un fard extrêmement dangereux, dont l'usage a dû causer de nombreux accidents.

Voici comment Pline décrit la fabrication de la céruse :

« On introduit des lames de plomb dans des outres contenant du vinaigre, qu'on laisse bouchées pendant huit jours. Sur ces lames il se dépose une crasse qu'on enlève ; on les replonge ensuite dans les outres, on les racle de nouveau au bout de quelque temps et ainsi de suite jusqu'à ce que la matière manque ».

C'était le procédé employé à Rhodes, où l'on produisait beaucoup de céruse :

« Les Rhodiens, dit Vitruve, mettent des sarments dans des tonneaux, avec une certaine quantité de vinaigre; puis ils placent des lames de plomb sur les sarments; enfin ils ferment les tonneaux avec des couvercles. En les ouvrant au bout d'un certain temps, on trouve le plomb changé en céruse. L'*ærugo* ou *æruca* (vert-de-gris) se fait de la même manière, en remplaçant les lames de plomb par des lames de cuivre ».

Il est donc prouvé que la céruse était fabriquée par les ouvriers à peu près comme de nos jours, à part l'insuffisance et l'imperfection des appareils dont le rendement devait être fort médiocre.

PROPRIÉTÉS

La céruse, bien préparée, est d'un blanc très pur : elle est très opaque et couvre parfaitement, même quand elle est employée à l'huile.

Ce serait une couleur parfaite, si elle n'était fort vénéneuse et si elle n'avait le défaut de noircir ou, plus exactement, de *brucir*, sous l'influence des moindres émanation sulfureuses.

Comme la plupart des couleurs employées dans la peinture en bâtiment aussi bien que dans la peinture d'art sont mêlées avec de la céruse au moment de l'emploi, il en résulte que presque toutes les couleurs s'altèrent par les émanations sulfureuses.

On a dit souvent, d'après Thénard, que l'eau oxygénée peut servir à restaurer les vieilles peintures en transformant le sulfure de plomb (provenant de l'altération de la céruse) en sulfate de plomb qui est d'un blanc pur.

Mais cette réaction de laboratoire ne peut être appliquée sans danger à la restauration des tableaux; car un grand nombre de couleurs seraient détruites par l'eau oxygénée.

Thénard s'est servi de ce procédé pour nettoyer un dessin de Raphaël (dessin au crayon noir, rehaussé de blanc de plomb). Il a réussi à ramener au blanc la céruse altérée, mais il n'aurait certainement pas tenté l'expérience sur une œuvre d'art exécutée avec des couleurs variées.

Quant aux propriétés vénéneuses, il est nécessaires de savoir :

1° Que les poussières de céruse (ou des composés de plomb, en général) sont très dangereuses à respirer; et que le broyage à sec de la céruse ne doit se faire qu'avec les plus grandes précautions.

2° Que la céruse, mise en contact avec la peau, s'absorbe très facilement et peut donner lieu à des empoisonnements d'autant plus dangereux qu'ils sont plus lents ; quand on les constate, il n'est plus temps d'y porter remède.

C'est pour cette raison qu'on doit absolument prohiber l'addition de la céruse aux blancs de fard.

On a constaté que certaines *poudres de riz* (amidon de riz) destinées aux pays chauds étaient mélangées de céruse et que plusieurs femmes avaient été gravement malades par suite de l'usage prolongé de ces poudres. L'addition de la céruse a pour but de rendre l'amidon de riz plus adhérent à la peau et de l'empêcher d'être entraîné par la transpiration si active dans les pays tropicaux.

Citons encore des cas particuliers d'empoisonnement par le plomb, que nous avons pu vérifier nous-même.

Un dessinateur ayant travaillé pendant 25 ans sur des *bois* préparés à la céruse et destinés à des ouvrages illustrés s'est empoisonné gravement et a eu beaucoup de peine à guérir d'une *colique de plomb* bien caractérisée. Il avait l'habitude de mouiller avec la langue l'extrémité du pouce dont il se servait pour effacer les *faux traits* sur la couche de blanc de céruse. Il absorbait ainsi chaque jour des quantités notables de plomb.

Des ouvrières ont été empoisonnées pour avoir porté à la bouche des soies

blanches fortement *chargées* à l'aide du sous-acétate de plomb (*soies plates*, employées pour la broderie). En pareil cas, le danger est d'autant plus grand que la soie chargée de plomb prend une saveur sucrée dont personne ne se méfie.

Les *coliques de plomb* (*coliques saturnines, coliques des peintres*) sont très douloureuses, accompagnées de constipation opiniâtre et de vomissements. On les guérit par l'emploi répété de purgatifs spéciaux (traitement dit *de la Charité*.) On a indiqué aussi les limonades à l'acide sulfurique ainsi que les eaux sulfureuses, afin de faire passer le plomb à l'état de sulfate ou de sulfure, composés insolubles, inattaquables par les acides dans les conditions ordinaires et, par conséquent, beaucoup moins vénéneux que la céruse.

Les limonades à l'acide sulfurique ne sont pas sans inconvénients : elles donnent souvent lieu à des gastrites ou gastro-entérites difficiles à guérir.

M. Péligot, membre de l'Institut, a fait connaître un résultat fort curieux, constaté à la cristallerie de Saint-Louis.

Les ouvriers employés à manipuler le minium étaient souvent malades, malgré toutes les précautions. On est arrivé à les préserver des accidents causés par les poussières de minium en leur faisant prendre chaque jour un litre de lait, en trois fois.

Ce fait paraît inexplicable, mais il a été bien observé et il serait fort important d'essayer ce remède si simple sur les ouvriers atteints de coliques de plomb.

Le plomb se dissémine avec la plus grande facilité dans toute l'économie animale. Un malade, soumis depuis longtemps à l'intoxication par la céruse, prend une teinte brunâtre sur la surface de la peau à la suite d'un bain d'eau sulfureuse (bain de Barèges).

Quand la colique de plomb n'est pas soignée à temps, le malade est atteint de paralysie des membres, de tremblements et même d'*amaurose* (paralysie des nerfs optiques); et la mort vient trop lentement mettre un terme à ses souffrances.

COMPOSITION CHIMIQUE

La céruse n'est pas du carbonate de plomb.

Ce serait une grave erreur de croire que le carbonate neutre de plomb, absolument pur, puisse être employé comme céruse.

Ce serait une couleur très imparfaite, surtout pour les peintures à l'huile destinées à résister aux intempéries. Le carbonate de plomb pur ne fournirait pas avec l'huile de lin cette espèce de vernis ou mastic résistant à la pluie, au soleil et à l'action de l'oxygène de l'air, souvent pendant de longues années.

On peut démontrer ce fait par les expériences suivantes :

1° La céruse broyée avec de l'huile de lin pure (cuite au manganèse et non à la litharge) agit sur cette huile de manière à la *saponifier;* une partie des acides gras forme avec l'oxyde de plomb des savons à base de plomb. En effet, si l'on épuise la couleur par l'éther ou le pétrole léger, on dissoudra toute l'huile non altérée et, en même temps, une certaine quantité de *savon de plomb;* on peut précipiter le plomb par l'acide sulfhydrique et doser ainsi la quantité d'oxyde de plomb qui est entrée en combinaison avec l'huile.

2° Le carbonate de plomb pur, dans les mêmes conditions, ne saponifie pas l'huile de lin : celle-ci peut être séparée à l'état de pureté par le pétrole léger; elle ne renferme que des traces de plomb.

La céruse peut être considérée comme un *hydrocarbonate de plomb*, ou, exactement, *carbonate de plomb basique*, hydraté.

Cette matière possède donc une partie des propriétés de l'oxyde de plomb hydraté; c'est ainsi qu'elle peut saponifier les huiles.

Mais un excès d'oxyde de plomb hydraté serait fort nuisible aux bonnes qualités de la céruse; dans ce cas, la céruse prend souvent une teinte rougeâtre.

La composition moyenne des céruses pures, de bonne qualité, est représentée par les nombres suivants :

Oxyde de plomb	86,32
Acide carbonique	11,36
Eau combinée	2,32
	100,00

Ce qui correspond à la formule :

$$2(CO^2, PbO) + PbO, HO.$$

On peut écrire aussi :

$$2CO^2, 3PbO, HO.$$

Il arrive très souvent que la composition des céruses du commerce s'écarte de cette formule, même quand elles sont pures; toutefois l'écart n'est pas considérable.

On a fait l'analyse des diverses parties recueillies sur les lames de plomb (procédé hollandais), et l'on a obtenu les résultats suivants :

Nos			Pb	CO^2	HO
1.	Croûte	solide, bonne qualité	85,24	12,49	1,60
2.	—	— —	85,77	12,31	1,73
3.	—	à surface écailleuse	83,86	15,14	0,53
4.	—	dure, corrosion faible	84,16	15,14	0,60
5.	—	incolore, cristalline, demi-transparente	83,53	15,71	0,75
6.	—	de même aspect	83,39	16,11	0,49

Ces derniers produits se rapprochent beaucoup du carbonate de plomb anhydre et cristallisé dont la composition est représentée par CO^2, PbO, ce qui correspond à la composition suivante :

Oxyde de plomb	83,50
Acide carbonique	16,50
	100,00

Comme ce carbonate est translucide et ne *couvre* pas, il faut éviter autant que possible qu'il se forme dans la fabrication.

On y parviendra en dosant l'acide carbonique contenu dans la céruse desséchée; la proportion ne doit pas dépasser 12,50 p. 100.

ANALYSE DES CÉRUSES — FALSIFICATIONS

La céruse pure doit se dissoudre dans l'acide azotique pur étendu d'eau, sans laisser de résidu sensible.

Mais, le plus souvent, on obtient un résidu de sulfate de baryte ou de sulfate de plomb.

Une céruse qui se dissout entièrement dans l'acide azotique n'est pas nécessairement pure; elle peut contenir du carbonate de chaux.

Il faut alors séparer le plomb par l'acide sulfhydrique et doser la chaux en la précipitant de la liqueur filtrée par l'oxalate d'ammoniaque.

Les céruses sont largement falsifiées à l'aide du sulfate de baryte naturel réduit en poudre impalpable sous les meules ordinaires à moudre le blé.

On peut même dire que cette falsification est admise par le consommateur, qui la connaît, mais qui ne peut se résoudre à acheter séparément le sulfate de baryte et à le mélanger avec la céruse pure.

On donne d'ailleurs des noms différents à ces mélanges de composition très variée.

En voici quelques exemples :

Blanc de Krems : céruse pure.
Blanc de Venise : céruse, 1 partie; sulfate de baryte, 1 partie.
Blanc de Hambourg : céruse, 1; sulfate de baryte, 2.
Blanc de Hollande : céruse, 1; sulfate de baryte, 3.

Au lieu de ces désignations on emploie souvent des numéros ou des indications de qualité, exemple :

Blanc de plomb surfin : céruse, 85; sulfate de baryte, 15.
Blanc n° 1 : céruse, 70; sulfate de baryte, 30.
Blanc n° 2 : céruse, 60; sulfate de baryte, 40.
Blanc n° 3 : céruse, 50; sulfate de baryte, 50.

Il faut donc s'attendre à trouver du sulfate de baryte même dans les blancs dits *de première qualité* ou *surfins*.

Le principal inconvénient des céruses chargées de sulfate de baryte, c'est qu'on ne peut les employer pour les peintures extérieures; elles ne résisteraient pas aux intempéries. De plus, les céruses ainsi additionnées couvrent beaucoup plus mal que les céruses pures.

Comme on préfère, en général, les blancs qui tirent un peu sur le bleu ou le gris, on ajoute assez souvent aux céruses une très petite quantité d'outremer ou d'indigo en poudre impalpable, ou encore un peu de noir d'ivoire. On dissimule de cette façon la teinte jaunâtre que présentent souvent les céruses.

FABRICATION

A. — PROCÉDÉS FONDÉS SUR L'EMPLOI DE L'OXYDE DE PLOMB.

I. Procédé de Kremnitz.

Depuis longtemps, la grande réputation des céruses de Krems ou Kremnitz (Hongrie) a vivement attiré l'attention des chimistes et des industriels.

Le procédé suivi à Kremnitz a été perfectionné et appliqué en grand à Birmingham par MM. Benson et Gossage.

Cette méthode est fondée sur la transformation directe de la litharge en céruse de bonne qualité; elle présente pour l'Angleterre un intérêt tout spécial à cause des quantités énormes de litharge que produit la coupellation des plombs argentifères et qu'on ne peut *revivifier* sans une perte assez considérable.

Il y a donc tout avantage à faire entrer directement la litharge dans la production de la céruse.

Voici en quoi consistent les dispositions générales :

La litharge est humectée d'acide acétique étendu d'eau ou bien d'une solution d'acétate de plomb. La proportion d'acide est très faible et ne dépasse pas 1/300.

Le mélange est étalé sur des tablettes de plomb disposées dans une grande chambre, les unes au-dessus des autres. Il est essentiel que la pâte ne soit pas trop mouillée, mais qu'elle paraisse à peine humide à la main.

On fait arriver dans cette chambre de l'acide carbonique produit par la combustion du coke ou du charbon de bois.

Le gaz doit être bien débarrassé de matières goudronneuses et surtout d'acide sulfhydrique.

On le fait passer à travers des *laveurs* remplis de copeaux ou de grosses grenailles de plomb arrosés par un courant d'eau et oxydés à la surface de manière à retenir le soufre à l'état de sulfure de plomb.

Le mélange devient promptement blanc et la céruse formée possède les qualités désirables, parce qu'elle se forme en présence d'une petite quantité d'eau.

On mélange la masse avec une nouvelle portion de litharge humectée d'un peu d'eau : on soumet de nouveau à l'action de l'acide carbonique. Cette opération est répétée deux ou trois fois et la transformation de la litharge en céruse devient tout à fait complète.

Le gaz carbonique (mêlé d'azote et d'un peu d'oxyde de carbone) arrive toujours saturé d'humidité en sortant des appareils laveurs : c'est une condition essentielle, autrement le mélange de litharge et d'acide acétique se dessécherait au point de rendre impossible la transformation en céruse.

II. Procédé de Clichy.

Cette méthode a été imaginée par le célèbre chimiste Thénard et appliquée pour

la première fois en grand dans une importante usine à Clichy. Elle a été ensuite perfectionnée et installée dans la grande fabrique de céruse et de minium de Portillon, près Tours.

C'est une méthode absolument *chimique*, qui repose sur deux réactions faciles à réaliser dans le laboratoire de la façon la plus nette :

1° L'acide acétique étendu d'eau, chauffé avec un excès d'oxyde de plomb, se change en acétate tribasique : $C^4H^3O^3,3PbO$, soluble dans l'eau. Cette solution, employée depuis longtemps sous le nom d'*extrait de Saturne* (dans la pharmacie), contient souvent des acétates encore plus basiques, mais dont les propriétés sont analogues à celles de l'acétate tribasique ordinaire. Il est nécessaire d'agiter fortement le mélange pour que la réaction soit complète.

2° L'acide carbonique précipite la solution d'acétate basique en formant de la céruse, c'est-à-dire du carbonate de plomb basique hydraté.

Il reste en dissolution de l'acétate neutre de plomb (qui n'est pas précipité par l'acide carbonique).

Cette solution est remise en contact avec de l'oxyde de plomb et se change de nouveau en acétate basique.

La consommation d'acide acétique est donc très faible; théoriquement, elle devrait être nulle; mais, dans la pratique, il y a toujours un peu d'acétate de plomb entraîné par les eaux de lavage ou retenu par la céruse.

Le produit ainsi obtenu est d'un blanc parfait; de plus, il est très divisé, ce qui rend le broyage inutile.

Mais la céruse de Clichy ne *couvre* pas aussi bien que la céruse de Krems ou que celle de Hollande : c'est un grave inconvénient, qui a fait abandonner peu à peu le procédé ou du moins qui en a fait restreindre l'usage de plus en plus.

Voici maintenant comment on procède industriellement.

Quand on emploie la litharge, cette matière doit être choisie aussi pure que possible et finement broyée à l'eau.

A l'usine de Portillon, on ne se sert pas de litharge, mais de *massicot* (protoxyde de plomb produit à une température peu élevée, de manière à ne pas subir la fusion). Cet oxyde est broyé à l'eau et séparé des grenailles de plomb qu'il contient toujours. C'est d'ailleurs ce même produit qui sert pour la fabrication du minium.

Dans les *cuves à saturation* on introduit de l'acide acétique étendu d'eau, plus un excès d'oxyde de plomb. La masse est agitée par de puissants moyens mécaniques en même temps que la température est élevée au point convenable.

La solution passe ensuite dans les *cuves à précipitation*, où arrive l'acide carbonique; ce gaz est refoulé par une pompe ou par un appareil formé de deux cloches suspendues aux deux extrémités d'un balancier actionné par un moteur.

L'acide carbonique est produit par la combustion du charbon de bois ou de briquettes fabriquées avec des poussiers de faible valeur. Le gaz est lavé avec soin, de manière à enlever toute trace d'acide sulfhydrique.

Au sortir des cuves à précipitation, le mélange est amené dans les *cuves à repos*. La céruse se dépose et la liqueur claire est renvoyée dans les cuves à saturation. On ajoute de l'eau pour laver et on décante de nouveau après avoir fortement agité. Les eaux de lavage retiennent de très petites quantités d'acétate

de plomb qu'on peut précipiter avec du carbonate de soude. Il se forme ainsi du carbonate neutre de plomb qu'on ajoute à la céruse, ce qui est sans inconvénient, car ce produit ne représente qu'une très petite partie de la masse totale.

Il ne reste plus qu'à égoutter, presser et sécher la céruse, si on doit la livrer à l'état sec; ou bien la broyer à l'huile, sans dessiccation préalable.

III. Autres procédés fondés sur l'emploi de l'oxyde de plomb.

1° *Procédé Crampton.*

Au lieu d'acétate de plomb basique on emploie du nitrate de plomb basique, produit obtenu en faisant agir à chaud l'acide nitrique sur un excès de litharge ou de massicot.

L'acide carbonique peut être produit par la combustion de la houille sous l'influence d'un excès d'air suffisant.

Le gaz doit agir sur la solution de nitrate de plomb chauffée vers 60 degrés.

La céruse produite est lavée avec de l'eau contenant du carbonate de soude, de manière à décomposer les petites quantités de nitrate de plomb basique qu'elle pourrait retenir.

Il résulte nécessairement de ce lavage une légère perte d'acide nitrique à l'état de soude qui passe dans les eaux de lavage.

2° *Procédé Dale et Milner.*

On broie sous des meules, avec une petite quantité d'eau, un mélange de litharge ou de différents sels de plomb basiques, avec du bicarbonate de soude. Pendant le broyage, on ajoute de l'eau peu à peu, de manière à maintenir le mélange à l'état de pâte liquide.

Quand l'oxyde de plomb est complètement changé en carbonate, on sépare ce produit par lavage et décantation, le carbonate de soude que retient la première eau, rentre en fabrication.

Les auteurs proposent aussi d'employer le carbonate neutre, ainsi que la soude caustique; dans ce dernier cas, on fait agir sur le mélange un courant d'acide carbonique.

On est ainsi ramené à la méthode suivante :

3° *Procédé Spence.*

On attaque par la soude caustique, des oxydes de plomb ou des produits plombifères quelconques : par exemple, des composés de plomb provenant de diverses fabrications et représentant des résidus de faible valeur.

La solution d'oxyde de plomb dans la soude caustique est précipitée par l'acide carbonique.

Le carbonate de plomb se sépare et la solution de carbonate de soude est ramenée à l'état de soude caustique au moyen de la chaux.

B. — PROCÉDÉS FONDÉS SUR L'EMPLOI DU PLOMB MÉTALLIQUE

I. Méthode hollandaise.

Cette méthode est la plus ancienne de toutes celles qu'on a employées ou proposées pour fabriquer la céruse; c'est aussi la meilleure et la plus importante.

Comme la méthode de Clichy, elle est fondée sur l'action de l'acide carbonique qui transforme aisément l'acétate de plomb basique en carbonate basique hydraté.

Mais cette réaction, au lieu de s'opérer dans une solution assez étendue, de manière à donner lieu à un précipité fort divisé, s'effectue peu à peu en présence d'une petite quantité d'eau; la céruse se forme ainsi par couches successives adhérentes les unes aux autres.

La céruse hollandaise se présente sous l'aspect de croûtes compactes qui donnent, par le broyage, un produit très opaque *couvrant* parfaitement et d'un blanc très pur, souvent un peu jaunâtre, ce qui est d'ailleurs sans inconvénient, car il est facile de corriger cette nuance par l'addition d'une petite quantité de bleu.

Au lieu de préparer l'acétate de plomb basique comme dans la méthode de Clichy, par l'action de l'acide acétique sur la litharge, on l'obtient directement sur des lames de plomb soumises à l'action de l'air humide et des vapeurs d'acide acétique.

Ces lames étant exposées en même temps à l'action de l'acide carbonique, le carbonate de plomb basique se forme peu à peu à la surface des lames.

Voici maintenant par quels moyens pratiques on réalise ces conditions.

Le plomb doit être de bonne qualité; sous ce rapport, la plupart des plombs du commerce (plombs d'Espagne en saumons, etc.) sont dans des conditions convenables.

Le métal est fondu dans une chaudière de fonte et coulé entre deux tables de granit bien dressées, de manière à obtenir des lames d'épaisseur régulière. On peut aussi couler le plomb dans des lingotières de fonte très peu profondes et donnant des lames d'épaisseur et de grandeur convenables. Mais la surface du métal est rugueuse et il est nécessaire de laminer légèrement les lames pour abattre les inégalités de la surface.

Dans plusieurs fabriques importantes, on remplace les lames par des *grilles* de plomb coulées dans des moules spéciaux.

Pour la *mise en couches*, on se sert de pots de grès au fond desquels on verse du vinaigre de qualité inférieure (vinaigre de bière, etc.), ou bien de l'acide acétique provenant de la distillation du bois.

Chaque pot porte un rebord intérieur (ou simplement deux saillies) qui soutiennent une lame de plomb contournée en spirale. Le pot est fermé par un couvercle de grès qui ne doit pas joindre exactement.

Quand on fait usage du plomb en grilles, les pots sont très larges et de forme

basse, la grille est posée à la partie supérieure du pot, un peu au-dessous du couvercle qui doit laisser, comme dans le cas précédent, un libre accès aux gaz. ouvent on superpose plusieurs grilles.

Les pots sont disposés, au nombre de plusieurs centaines, sur une couche de fumier; on remplit aussi de fumier les intervalles laissés entre les pots, on recouvre d'une nouvelle couche de fumier, puis on place une nouvelle série de pots et ainsi de suite.

La fermentation du fumier dégage de la chaleur et provoque la formation des vapeurs d'acide acétique.

De plus, il y a formation d'acide carbonique, comme on peut s'en assurer facilement par l'analyse des gaz recueillis pendant la fermentation du fumier.

Au bout de trente-cinq ou quarante jours, on démolit les *loges* (amas de fumier contenant les pots), on retire les lames ou les grilles recouvertes de céruse.

Le fumier dégage souvent un peu d'acide sulfhydrique ou de sulfhydrate d'ammoniaque, qui forme du sulfure de plomb et tend à donner à la céruse une légère teinte brune ou jaunâtre.

Pour cette raison, on remplace souvent le fumier par la *tannée*, c'est-à-dire par le tan épuisé, qui représente un résidu presque sans valeur.

Mais la fermentation de la tannée étant fort lente, il faut laisser les *loges en travail* pendant soixante-dix ou quatre-vingt jours.

De plus, le résidu de tannée ne vaut pas celui que laisse le fumier après la fermentation.

Les plombs couverts de céruse sont d'abord soumis à *l'épluchage*, opération qui se fait encore souvent à la main. L'ouvrier ploie les planches alternativement dans un sens et dans l'autre, de manière à détacher les grosses écailles de céruse.

On procède ensuite au *décapage*.

Les plombs sont empilés les uns sur les autres et fortement battus avec une batte de bois, de manière à détacher les couches de céruse assez minces, adhérentes à la surface du métal.

Ces deux opérations se font à sec et sont dangereuses à cause des poussières.

Dans plusieurs fabriques on les exécute mécaniquement.

Les plombs sont entraînés par une toile sans fin et sont passés entre les cylindres cannelés d'un laminoir spécial, qui les froisse légèrement, en agissant à peu près comme la main de l'ouvrier.

Ils sont ensuite redressés par le passage entre deux cylindres unis.

L'appareil tout entier est enveloppé de façon à éviter les poussières.

Il serait d'ailleurs bien préférable de mouiller des plombs chargés de céruse et d'opérer l'épluchage et le décapage en présence de l'eau.

En effet, la céruse doit toujours être lavée; il n'y a donc aucun inconvénient à la mouiller dès qu'il s'agit de la récolter sur les plombs.

Au bout de plusieurs opérations, quelquefois même après la première, les planches sont tellement usées qu'il est nécessaire de les refondre. Malgré l'épluchage et le décapage, ces plombs restent couverts d'un peu de céruse mêlée d'acétate de plomb, de sorte que la refonte des vieux plombs donne lieu à des

poussières dangereuses. Aussi doit-on placer la chaudière de fusion sous une hotte munie d'un bon tirage.

II. Méthode hollandaise perfectionnée.

On a proposé un grand nombre de procédés, fondés sur les mêmes principes que la méthode hollandaise, mais en cherchant à éviter les pertes de temps et la main-d'œuvre considérable qu'exige l'emploi du fumier et de la tannée.

Le plomb est réduit en fines grenailles, en le laissant tomber de haut dans de l'eau froide, à travers les trous d'une passoire, à peu près comme on opère pour la préparation du plomb de chasse.

Quand on agite le plomb grenaillé au contact de l'air et de l'eau, il s'oxyde rapidement, car les couches d'oxyde qui se forment sont détachées par le frottement, et le métal mis à nu s'attaque de nouveau.

Il n'est pas nécessaire de soumettre en même temps le plomb à l'action d'un acide ou d'un sel de plomb (procédé Versepuy).

On a proposé aussi de *pulvériser* le plomb en faisant tomber le métal fondu sur un plateau horizontal animé d'une très grande vitesse de rotation (deux mille tours par minute). Sous l'action de la force centrifuge, le métal se divise en gouttelettes extrêmement petites qui s'oxydent aussitôt sous l'influence de l'air, avant même qu'elles soient refroidies (procédé de Rostaing).

D'autres inventeurs ont proposé de produire très rapidement l'oxydation du plomb, en faisant passer un courant d'air à travers le métal fondu (comme dans les appareils Bessemer).

En général, toutes ces dispositions paraissent peu économiques, surtout si l'on considère que la litharge est un produit secondaire dont on ne trouve pas toujours l'écoulement et que le *massicot* s'obtient à très bon marché dans les conditions ordinaires.

Dans la plupart des procédés imaginés pour remplacer la méthode hollandaise, le plomb finement grenaillé est placé dans un cylindre de bois revêtu de lames de plomb, ou un cylindre formé de diverses pièces de grès (ou autre terre fortement cuite), réunies avec soin et maintenues par des cercles extérieurs. Ces pièces forment à l'intérieur des saillies très prononcées, qui obligent les grenailles à retomber sans cesse en se détachant des parois, quand le cylindre est mis en mouvement.

Le plomb est mouillé avec de l'eau acidulée par les acides acétique ou azotique, ou par des solutions d'acétate ou d'azotate de plomb.

L'air doit se renouveler régulièrement dans l'intérieur du cylindre.

De plus, on fait arriver de l'acide carbonique par un tuyau qui amène le gaz, suivant l'axe du cylindre.

Toutes les conditions reconnues nécessaires à la production de la céruse hollandaise se trouvent ainsi réunies, avec trois avantages principaux :

1° Marche très rapide de l'opération; certains inventeurs prétendent produire, en huit jours, avec le même poids de plomb, autant de céruse que la méthode hollandaise en donne après une fermentation de quarante jours.

2° Réduction de la main-d'œuvre remplacée en grande partie par la dépense de force motrice nécessaire pour entretenir le mouvement du cylindre.

3° Pulvérisation complète de la céruse pendant la production, de sorte que tout broyage ultérieur devient inutile.

Il est nécessaire de surveiller fort exactement la marche de l'opération et surtout l'arrivée des gaz.

L'acide carbonique ne doit jamais être en excès, car on ne formerait plus le carbonate basique qui constitue la céruse.

Mais il ne faut pas non plus que l'air soit en excès : la céruse serait alors mêlée de beaucoup d'oxyde de plomb (à l'état de liberté ou de combinaison très basique et fort peu stable). Le produit ainsi obtenu présenterait une teinte rougeâtre : il agirait trop énergiquement sur les huiles en formant une grande quantité de *savon de plomb* qui jaunirait promptement à la lumière et nuirait à l'éclat des peintures.

Il est nécessaire de faire observer que certaines céruses peuvent jaunir par une cause toute différente quand on les emploie à l'huile et qu'on les expose à la lumière.

Ce sont des céruses fabriquées avec des litharges contenant des quantités notables d'oxyde de cuivre. On a prouvé, par des expériences directes, que les sels de cuivre basiques (carbonates, etc.), ajoutés à la céruse pure lui donnent la propriété de jaunir en présence de l'huile et de la lumière : sans doute par suite de la formation d'une petite quantité de sous-oxyde de cuivre. On a proposé de purifier les litharges contenant du cuivre en les faisant digérer avec une solution de carbonate d'ammoniaque après les avoir finement pulvérisées.

Les principaux auteurs des procédés proposés pour remplacer la méthode hollandaise et essayés dans diverses usines sont MM. Woobrich, Wood, Benson, Grüneberg, Gannal, Braunner, Major, Robertson, etc.

Dans le procédé Braunner, les lames de plomb sont suspendues dans des chambres où l'on fait arriver des vapeurs de vinaigre en même temps que de l'air et de l'acide carbonique produit par la combustion du charbon.

Cette méthode, appliquée par l'auteur à sa propre fabrication, paraît fort simple et susceptible de donner des produits de bonne qualité sans dépenses exagérées.

Le procédé Major ressemble beaucoup au précédent : le plomb en grenailles est disposé sur des tablettes dans des chambres chauffées où l'on introduit un mélange gazeux (vapeurs acétiques, air, acide carbonique, vapeur d'eau).

Dans la méthode Robertson, le plomb grenaillé est agité dans une tonne tournant autour d'un axe horizontal, en présence de l'air, de l'eau et du carbonate de soude. Le métal se change ainsi en carbonate de plomb, qui est séparé par dépôt et filtration; la solution de carbonate de soude rentre en fabrication.

L'auteur produit du carbonate de zinc d'une façon toute semblable.

Reste à savoir si les produits obtenus de cette manière possèdent les qualités exigées pour la peinture.

C. — SUCCÉDANÉS DE LA CÉRUSE

I. Composés de plomb.

1° *Oxychlorures de plomb* (chlorures de plomb basiques).

Ces produits sont désignés par les Anglais sous le nom de *céruse Pattinson;* ils peuvent être fabriqués fort économiquement et paraissent propres à remplacer la céruse, au moins dans une certaine mesure.

Le principal avantage du procédé Pattinson, c'est qu'on emploie la *galène* (sulfure de plomb), c'est-à-dire le minerai de plomb ordinaire, pour fabriquer l'oxychlorure.

Le travail métallurgique (transformation en plomb ou en litharge) se trouve donc supprimé, ce qui représente une économie considérable.

La galène, réduite en poudre fine, est chauffée dans une chaudière de plomb avec de l'acide chlorhydrique concentré. Cette chaudière est surmontée d'un dôme et d'un tuyau de dégagement. L'acide sulfhydrique produit se rend dans un foyer où il est brûlé; on obtient ainsi de l'acide sulfureux qui peut servir à faire de l'acide sulfurique comme l'acide sulfureux produit par la combustion du soufre ou des pyrites.

Le chlorure de plomb étant peu soluble dans l'acide chlorhydrique, l'action s'arrête bientôt, car les parcelles de galène se recouvrent de chlorure de plomb.

On décante l'acide chaud, qui dépose par refroidissement du chlorure de plomb cristallisé. L'acide refroidi est introduit de nouveau dans la chaudière.

Le chlorure de plomb est dissous dans l'eau bouillante; on le précipite par de l'eau de chaux en quantité suffisante pour obtenir du chlorure de plomb monobasique PbCl, PbO.

Il est nécessaire que la précipitation se fasse rapidement dans les liqueurs bouillantes et vivement agitées, autrement l'oxychlorure de plomb, au lieu d'être amorphe, se présenterait en petits cristaux transparents et ne pourrait être employé comme céruse.

M. Pattinson obtient, avec le chlorure de plomb, un autre produit qui se rapproche beaucoup plus de la céruse et ne contient qu'une très petite quantité de chlorure de plomb. Il emploie la méthode suivante :

On se sert de meules disposées comme celles qu'on emploie pour broyer le feldspath et autres produits destinés à la fabrication des poteries.

On broie sous ces meules un mélange de chlorure de plomb, de carbonate de chaux et d'eau. Il se forme ainsi du carbonate de plomb et du chlorure de calcium :

$$PbCl + CO^2,CaO = CO^2,PbO + ClCa.$$

Après deux ou trois jours de broyage, on laisse reposer; on décante la partie liquide (solution concentrée de chlorure de calcium).

On ajoute de l'eau et on continue le broyage.

On finit par obtenir une eau de lavage qui ne contient plus qu'une très petite quantité de chlorure de calcium et des traces de chlorure de plomb.

Le produit qui se dépose est formé de carbonate de plomb mêlé d'un peu d'oxychlorure de plomb et de carbonate de chaux non décomposé. Il représente une sorte de céruse de bonne qualité.

La production devient plus facile quand, au lieu d'eau pure, on emploie de l'eau chargée d'acide carbonique. En effet, cette eau dissout du carbonate de chaux, lequel précipte le chlorure de plomb (ce composé est légèrement soluble dans l'eau). Une nouvelle quantité de carbonate de chaux peut alors se dissoudre à la faveur de l'acide carbonique, et ainsi de suite. De sorte qu'une quantité limitée d'acide carbonique suffit pour la transformation d'une masse considérable de chlorure de plomb.

Quand on emploie l'acide carbonique, on refoule ce gaz dans une tonne tournante où l'on a introduit le mélange d'eau, de chlorure de plomb et de carbonate de chaux.

On peut obtenir de l'oxychlorure de plomb d'une autre manière, qui paraît facile à réaliser industriellement (procédé Brunnlau).

On prépare de l'acétate de plomb basique par l'action de l'acide acétique sur la litharge ou même sur le plomb grenaillé, mais en présence de l'eau et de l'air.

Le chlorure de plomb (obtenu par l'action de l'acide chlorhydrique sur la galène) est traité par l'acétate de plomb basique.

On obtient ainsi de l'oxychlorure et de l'acétate neutre qui rentre en fabrication.

A défaut de chlorure fabriqué avec la galène, on peut employer du chlorure préparé en ajoutant de l'acide chlorhydrique à une solution d'acétate de plomb.

2° *Sulfate de plomb.*

C'est un corps solide, d'un très beau blanc, tout à fait insoluble dans l'eau et dans les acides.

On le désigne depuis longtemps sous le nom de *céruse de Mulhouse*, parce qu'on l'obtient comme résidu quand on prépare l'acétate d'alumine (mordant de rouge des indienneurs) en précipitant l'alun ou le sulfate d'alumine par l'acétate de plomb.

Le sulfate de plomb n'est guère employé qu'à falsifier les céruses. Délayé à l'huile et appliqué sur le bois, il donne une mauvaise couleur blanche qui couvre très peu.

On fait entrer le sulfate de plomb dans la composition de certains jaunes de chrome; en effet ce sel, traité par le chromate de potasse, donne du chromate de plomb et du sulfate de potasse qu'on enlève par des lavages. Mais la réaction se complète difficilement, même à chaud, et il est presque impossible d'obtenir une nuance bien régulière et déterminée d'avance.

Le principal emploi du sulfate de plomb, c'est la fabrication du *mastic Serbat*, si employé pour les joints des appareils à vapeur. Il consiste en un mélange intime de 72 parties de sulfate de plomb calciné et broyé; 24 parties de peroxyde de manganèse et 13 parties d'huile de lin.

La masse ainsi obtenue reste molle et se conserve indéfiniment; elle se moule exactement dans les joints et durcit par l'action de la chaleur. C'est une propriété fort précieuse ; car un joint devient immédiatement étanche quand on le remplit de mastic que l'on fait durcir sous l'action d'un fer chaud.

On a essayé de rendre le sulfate de plomb plus propre à remplacer la céruse en le faisant passer à l'état de sulfate basique.

Pour obtenir ce résultat il suffit de le faire bouillir avec de l'eau contenant 2 ou 3 p. 100 de carbonate de soude (par rapport au poids du sulfate).

On a même proposé de fabriquer tout exprès du sulfate de plomb pour le transformer en sulfate basique ; à cet effet, on grille de la galène, de manière à obtenir de l'oxyde de plomb qui est dissous dans l'acide azotique.

La solution est précipitée par l'acide sulfurique. L'acide azotique mis en liberté rentre en fabrication.

Le sulfate de plomb, séparé et lavé, est transformé en sulfate basique (procédé Fells).

Si on précipite l'azotate par un mélange d'acide sulfurique et chlorhydrique étendus d'eau, on obtient un précipité de *chlorosulfate de plomb.*

Ce composé, traité à l'ébullition par la solution faible de carbonate de soude, donne un produit qui peut rivaliser avec la plus belle céruse (d'après les auteurs, MM. Bell, de New-York).

Enfin on a essayé de transformer le sulfate de plomb en carbonate au moyen de l'ébullition avec une solution de carbonate de soude.

Mais la réaction est lente et difficile à compléter; le carbonate est toujours mêlé de sulfate, la céruse est de qualité inférieure et coûte plus cher que les produits obtenus par les autres procédés.

3° *Sulfite de plomb.*

Ce produit est blanc, insoluble dans l'eau ; il couvre assez bien et possède la propriété précieuse de ne pas noircir aussi facilement que la céruse sous l'influence des émanations sulfureuses.

On pourrait aisément le fabriquer en faisant arriver de l'acide sulfureux dans une solution d'acétate de plomb basique, comme dans le procédé de Clichy.

Mais il n'y aurait pas grand avantage à remplacer l'acide carbonique par l'acide sulfureux ; de plus, la pratique n'a pas encore prononcé sur la valeur du sulfite de plomb employé comme céruse.

4° *Antimonite et antimoniate de plomb, tungstate de plomb.*

Ces composés, blancs et insolubles, couvrant assez bien, pourraient remplacer la céruse ; mais il ne semble pas (du moins jusqu'à présent) qu'ils puissent être obtenus à des prix inférieurs à celui de la céruse ordinaire. Ils possèdent d'ailleurs des défauts de la céruse ; ils sont vénéneux et il noircissent sous l'influence des émanations sulfureuses.

On avait pensé à utiliser le tungstate de plomb parce qu'en Angleterre le tungstate de soude est fabriqué très en grand pour remplacer le stannate de soude

dans la teinture et l'impression, et le prix des tungstates est devenu abordable pour l'industrie.

D. — BLANC D'ARGENT OU BLANC LÉGER.

Cette couleur est d'un prix plus élevé que la céruse ordinaire; toutefois, malgré le nom qu'elle porte, ce n'est pas un composé d'argent.

C'est du carbonate de plomb presque pur, préparé avec soin et employé pour des usages tout spéciaux (peinture en décors ou peinture d'art).

Pour l'obtenir, on verse peu à peu une solution bouillante de 370 grammes de cristaux de soude pour 2 litres d'eau dans une solution à la même température de 500 grammes d'acétate de plomb pour 6 litres d'eau. Il est nécessaire d'agiter constamment. Il y a dégagement d'acide carbonique, ce qui prouve qu'une partie du carbonate de plomb formé est un carbonate basique. On lave plusieurs fois par décantation de manière à enlever toute trace de matière étrangère.

Il ne reste plus qu'à sécher le produit à une douce chaleur.

E. — DISPOSITIONS GÉNÉRALES

PROPRES A RENDRE MOINS INSALUBRE LE TRAVAIL DES CÉRUSES ET AUTRES COULEURS A BASE DE PLOMB.

Dans plusieurs usines de premier ordre (Paris, Lille, Tours), on a pris un ensemble de précautions fort bien conçues pour atténuer, autant que possible, les dangers que présentent les manipulations de la céruse, du minium, etc.

1° *Broyage à sec.*

Il faudrait pouvoir supprimer complètement cette dangereuse opération; mais un grand nombre de consommateurs demandent la céruse sous cette forme, même quand ils doivent l'employer à l'huile ou à l'eau et faire exécuter le broyage en petit.

Il y a plus; on exige que la céruse soit en pains de forme conique, et il est difficile de faire accepter des pains cubiques ou prismatiques.

Quel que soit le mode de préparation, la céruse broyée et lavée est placée dans des pots de terre poreuse, de forme conique. Ces pots sont assez épais, de sorte que la plus grande partie de l'eau est absorbée par la terre. La dessiccation marche rapidement à l'air; on la termine dans une étuve. Les pains de céruse se détachent d'eux-mêmes de l'intérieur des pots; on les entasse dans des barils.

Certains fabricants compriment la céruse au *filtre-presse*, puis à la presse hydraulique de manière à former des *galettes* fort épaisses et très consistantes.

Ces galettes sont divisées en prismes rectangulaires qu'on sèche à l'étuve.

Quelques consommateurs exigent que la céruse soit en poudre impalpable; il est donc nécessaire de moudre une partie de la céruse en pains.

Cette opération se faisait presque toujours à l'aide d'une *pile* (ou *tordoir*, comme on dit dans le Nord), c'est-à-dire d'une meule verticale tournant autour d'un axe horizontal mobile lui-même autour d'un axe vertical. La meule *volante* parcourt la circonférence d'une meule *gisante* sur laquelle on place la céruse.

Ce broyage est fort dangereux, à cause des poussières de céruse.

On l'a remplacé par le broyage sous des meules horizontales disposées comme celles des moulins à farine, mais enfermées dans de grands coffres de bois qu'on n'ouvre pas pendant le travail.

Toutefois, il suffit d'avoir pénétré dans un de ces moulins à céruse pour être convaincu que la dangereuse poussière pénètre un peu partout, à peu près comme la farine dans un moulin ordinaire.

Dans les fabriques les mieux tenues, des ventilateurs énergiques entraînent les poussières dans des cheminées d'appel.

De plus, les ouvriers en arrivant doivent prendre des vêtements de travail tout spéciaux qu'ils laissent à l'usine à la fin de la journée. Ils doivent se laver complètement les mains et le visage; et on leur fait quitter le travail à sec dès les premiers symptômes d'empoisonnement.

Il faut, du reste, savoir tenir compte des différences d'organisations, des *idiosyncrasies* spéciales. Ainsi, telle personne ne peut supporter le plomb, même à la plus faible dose; telle autre, au contraire, n'éprouve aucun trouble de santé, même sous l'influence de doses assez fortes.

2° *Embarillage.*

C'est encore une opération dangereuse, à cause des poussières.

Les pains de céruse sont d'ordinaire enveloppés de papier blanc, et rangés dans des barils où ils se tassent par leur propre poids à l'aide des secousses données aux barils.

Ce travail est relativement inoffensif; mais il n'en est pas de même de l'embarillage de la céruse en poudre.

Dans les fabriques bien tenues (par exemple, dans l'usine Th. Lefèvre, à Lille), la céruse blutée arrive dans le baril par un tuyau formant couloir.

Lorsque le baril est plein de céruse non tassée, on y fait descendre un piston actionné par une vis; le diamètre du piston étant à peine inférieur à celui du baril, on réalise un tassement énergique sans production de poussière.

Le baril n'étant plus qu'à moitié plein, on fait arriver de nouveau la céruse, et l'on continue à tasser par le même moyen jusqu'à ce que le baril soit complètement rempli.

3° *Broyage à l'eau.*

Cette opération s'exécute sous des meules horizontales; elle est sans danger.

4° *Broyage à l'huile.*

Au lieu de broyer à l'huile la céruse sèche, il est bien plus avantageux de broyer à l'huile la céruse en pâte qu'on obtient par l'égouttage et le pressage

des céruses broyées à l'eau, quel que soit d'ailleurs le procédé de fabrication.

En Angleterre, *presque toute la céruse fabriquée est livrée sous cette forme*; en France, l'usage de la céruse broyée à l'huile en fabrique se répand chaque jour davantage. Les entrepreneurs de peinture n'ont qu'à faire délayer la céruse ainsi préparée avec de l'huile et de l'essence pour avoir des couleurs toutes prêtes à employer. Pour obtenir des teintes variées, on ajoute d'abord à l'huile mêlée d'essence des couleurs en poudre impalpable : ocre, bleu d'outremer, noir de fumée, etc.; puis on délaie le mélange avec la céruse; le plus souvent on supprime le broyage.

Certains fabricants livrent d'ailleurs des couleurs broyées à l'huile embarillées ou logées dans des boîtes de fer-blanc soudées (depuis un kilog.). Ces produits sont toujours à base de céruse, additionnée de diverses couleurs au moment du broyage.

Ce mode d'expédition est fort avantageux pour les pays dépourvus de ressources industrielles où l'on doit faire exécuter des peintures par des ouvriers inexpérimentés.

On ajoute à la céruse en pâte 7 à 8 p. 100 d'huile de lin; il y a dégagement de chaleur au point que, si l'on opère sur une masse considérable et sans précautions, le mélange peut s'échauffer au point de carboniser l'huile.

La matière passe entre des cylindres horizontaux à surface bien dressée et chauffés intérieurement. L'eau s'évapore peu à peu et l'on obtient une pâte aussi homogène qu'on peut le désirer. Pendant le travail, des lames métalliques enlèvent constamment la céruse adhérente à la surface des cylindres et la font retomber dans l'espace compris entre ces deux organes.

Pour des peintures fines, on remplace l'huile de lin par l'huile d'œillette (ou de pavots) qui donne des blancs d'une plus grande pureté.

On a constaté depuis longtemps que la céruse possède la propriété de décolorer les huiles, surtout sous l'influence de la lumière.

L'huile d'œillette délayée avec une petite quantité de céruse, exposée à la lumière pendant quelques jours (et surtout au soleil), devient complètement incolore quand on sépare la céruse par filtration.

C'est une propriété qu'on utilise quelquefois pour préparer des huiles d'œillette parfaitement incolores destinées à la peinture d'art.

BLANC DE ZINC

HISTORIQUE

En 1779, Courtois, habile chimiste industriel, attaché au laboratoire de l'Académie de Dijon, proposa l'emplo du carbonate et de l'oxyde de zinc pour remplacer la céruse.

Guyton de Morveau publia un travail complet sur différentes couleurs nouvelles, notamment sur le blanc de zinc de Courtois (1783). Il constata que le blanc de zinc ne noircit pas comme la céruse par les émanations sulfureuses; qu'il ne sèche pas aussi facilement que la céruse quand on l'emploie pour la peinture à l'huile; mais que la couleur devient siccative quand on y ajoute une petite quantité de sulfate de zinc desséché.

En 1796, un Anglais, Atkinson, prit une patente pour la fabrication du blanc de zinc, comme pour une invention absolument nouvelle.

Guyton de Morveau réclama, pour la France, la priorité de cette découverte dans un mémoire publié par les *Annales des arts et manufactures*, où il établit que Courtois avait fabriqué en grand le blanc de zinc dès 1781, et que la couleur était mise en vente par plusieurs commerçants de Paris et de Dijon.

Dès 1786, une commission fit un rapport favorable sur les peintures au blanc de zinc exécutées à l'intérieur du vaisseau le *Languedoc*, et le duc de Castrie, ministre de la marine, adopta les conclusions de ce rapport.

En 1808, autre rapport favorable à l'Académie des sciences, signé par Fourcroy, Berthollet et Vauquelin, sur le blanc de zinc fabriqué par Mollerat; les savants rapporteurs reconnaissent toutes les bonnes qualités du produit; mais ils constatent que, pour couvrir autant qu'avec la céruse, il est nécessaire d'appliquer une couche de plus.

La question du blanc de zinc tomba dans l'oubli jusqu'en 1844; à cette date, M. Mathieu proposa de fabriquer en grand le blanc de zinc (par un procédé qu'il ne fit pas connaître), et de le substituer à la céruse.

Mais la fortune industrielle du blanc de zinc ne date que de 1849, et s'est développée si rapidement que la production annuelle n'est pas inférieure à *dix millions de kilogrammes* (moyenne des dernières années).

Ce grand succès est dû à la persévérance et à l'habileté extraordinaire d'un entrepreneur de peinture, M. Leclaire, qui monta la première fabrique importante de blanc de zinc et employa les produits de cette fabrique pour ses propres travaux. Il parvint à surmonter toutes les difficultés pratiques, aussi bien que les résistances opposées par la routine; aussi, doit-on regarder M. Leclaire comme le véritable créateur de l'industrie du blanc de zinc.

PROPRIÉTÉS

Le blanc de zinc n'est autre chose que de l'oxyde de zinc anhydre.

Ce produit est connu pour ainsi dire de toute antiquité; bien avant le XVII[e] siècle, époque à laquelle on a commencé à distinguer le zinc de l'étain.

Quand le zinc est fondu au rouge vif dans un creuset et qu'on le verse au contact de l'air, le métal brûle avec une flamme très éclatante.

Il se forme de l'oxyde de zinc qui présente l'aspect de flocons blancs très légers qui restent assez longtemps en suspension dans l'air.

C'est ce que les anciens nommaient *pompholix*, *laine philosophique*, *nihilum album*, etc.

Ainsi préparé, l'oxyde de zinc est d'un blanc pur; toutefois, ce blanc n'est pas tout à fait aussi éclatant que celui de la céruse.

Il est complètement inaltérable, même aux émanations sulfureuses.

Il peut être mélangé avec les autres couleurs sans leur faire subir aucune altération.

L'oxyde de zinc n'est pas vénéneux comme la céruse. Cependant il n'est pas tout à fait inoffensif, et il faut se préserver de l'action prolongée des poussières de blanc de zinc.

Ce fait n'a rien d'étonnant, car l'oxyde de zinc est une base assez énergique; il peut donc former des sels avec les acides de l'économie animale, et l'on sait que tous les sels de zinc sont fort vénéneux.

Délayé à l'huile, le blanc de zinc ne couvre pas autant que la céruse.

Il est facile de le constater en donnant une couche de peinture à la céruse, sur la moitié d'une planche de chêne bien rabotée, et peignant l'autre moitié avec une couleur préparée de la même façon à l'aide du blanc de zinc (même poids d'huile et même poids de blanc).

On apercevra beaucoup mieux les fissures et les *mailles* du bois à travers le blanc de zinc qu'à travers la céruse.

Pour les peintures à la céruse, on donne d'ordinaire trois couches; pour le blanc de zinc, une quatrième couche est nécessaire.

En outre, la peinture au blanc de zinc sèche moins rapidement, inconvénient grave au point de vue de la prompte exécution des travaux de bâtiment.

M. Leclaire a pleinement réussi à rendre le blanc de zinc siccatif comme la céruse, condition absolue sans laquelle on n'aurait jamais pu l'employer pour les grands travaux.

Il remplaça d'abord l'huile de lin *cuite à la litharge* (en usage pour les peintures ordinaires) par l'huile *cuite au manganèse*. Comme la première retient toujours du plomb en dissolution, si on l'employait pour appliquer le blanc de zinc, la couleur perdrait sa plus précieuse qualité, celle de ne pas noircir par les émanations sulfureuses.

Dans le procédé Leclaire, on fait chauffer l'huile avec du peroxyde de manganèse naturel en gros grains. Ce produit est placé dans une sorte de panier de fil métallique, lequel est suspendu dans l'intérieur de la masse d'huile à préparer. Il est nécessaire de chauffer modérément et d'ajouter de temps en temps du manganèse neuf, bien que la consommation en soit très faible.

Il faut ajouter en outre un *siccatif* convenable au moment d'employer la couleur.

Les siccatifs sont liquides ou solides : le *siccatif zumatique*, le *siccatif de la Vieille-Montagne*, appartiennent à cette dernière catégorie.

Tous ces produits contiennent des sels de manganèse et de zinc bien desséchés. Les plus énergiques sont les borates et les *savons* insolubles de manganèse ou de zinc, préparés par double décomposition.

Les siccatifs solides doivent toujours être mêlés avec un grand excès de blanc de zinc, autrement la couleur ferait prise sous le pinceau, tant l'action siccative serait énergique.

Avec ces produits on peut employer en peinture les huiles les moins siccatives;

c'est ainsi que dans l'intérieur du Brésil, on fait des peintures avec des couleurs à l'huile toutes broyées, importées de France dans des boîtes de fer-blanc.

On délaie ces couleurs avec de l'huile de ricin (qu'on peut préparer partout dans le pays) et on ajoute du siccatif en forçant un peu la dose. Les peintures ainsi préparées sont d'aspect satisfaisant et sèchent aussi vite que les nôtres.

Cette importante question des siccatifs a été complètement résolue par les travaux de MM. Leclaire et E. Barruel.

Voici, comme exemple, la composition du siccatif de la Vieille-Montagne :

Sulfate de manganèse sec	6,66
Acétate de manganèse sec	6,66
Sulfate de zinc sec	6,68
Blanc de zinc ordinaire	980,00
	1000,00

On emploie ce siccatif dans la proportion de 2 à 3 pour 100 du poids de la couleur.

Supposons qu'il s'agisse de préparer une *teinte* pour peindre un blanc de zinc.

On broie intimement, 100 kilogrammes de blanc de zinc avec 76 kilogrammes d'huile de lin ordinaire, 5 kilogrammes de siccatif et 8 kilogrammes d'essence de térébenthine.

Le siccatif liquide est ordinairement de l'huile cuite au manganèse (procédé Leclaire), dans laquelle on fait dissoudre quelquefois du savon de zinc ou de manganèse.

Les peintures au blanc de zinc ne peuvent être employées à l'extérieur. Il est prouvé que le blanc de zinc résiste beaucoup moins longtemps aux intempéries que les blancs de plomb. On doit donc réserver la peinture au blanc de zinc pour les ouvrages intérieurs.

FALSIFICATIONS

Le blanc de zinc est fort souvent additionné de sulfate de baryte ou de sulfate de chaux qu'on fabrique tout exprès par double décomposition, de manière à l'obtenir en poudre très fine, formée de cristaux microscopiques.

On y ajoute aussi du kaolin, de la craie, etc.

Comme pour la céruse, il est donc nécessaire, quand on passe des marchés avec les entrepreneurs, de spécifier que la couleur ne devra pas contenir plus de tant pour cent de matières étrangères. Pour les ouvrages ordinaires, on ne doit pas tolérer plus de 2 à 3 p. 100 d'impuretés, dans les blancs de zinc ou dans la céruse, pris avant l'addition du siccatif et le mélange avec d'autres couleurs.

FABRICATION

1° *Procédés fondés sur la combustion du zinc.*

Dans la plupart des fabriques, le zinc est introduit dans des *cornues* de terre réfractaire, disposées à peu près comme les cornues pour la fabrication du gaz.

Ce sont des demi-cylindres munis à la partie antérieure d'un rebord qui retient le zinc fondu. Ces cornues étant beaucoup plus petites que celles des usines à gaz, on en dispose jusqu'à vingt dans un même fourneau.

Le mode de chauffage le plus avantageux qu'on puisse employer est celui des fours à gaz Siemens ou autres du même genre. La température peut être élevée jusqu'au rouge blanc; les cornues chauffées régulièrement résistent beaucoup mieux qu'avec les moyens de chauffage ordinaires.

En avant des cornues, on dispose une *guérite*, espèce de coffre de tôle dont une des parois est mobile et permet d'introduire de temps en temps des lingots de zinc dans les cornues.

A la partie supérieure de la guérite, se trouve un large tuyau par lequel le blanc de zinc est entraîné par une aspiration énergique dans les *chambres de condensation*.

La quantité d'air nécessaire à la combustion du zinc, pénètre dans les guérites par des ouvertures munies de registres.

L'orifice de chaque cornue s'obstruerait facilement par des mélanges de zinc métallique et d'oxyde; il est nécessaire de le nettoyer de temps en temps à l'aide d'un ringard.

Les chambres de condensation présentent un très grand développement (six cents mètres de long, dans certaines usines).

Les premières chambres sont construites en tôle. Dans le sol, on dispose plusieurs *trémies* qui se remplissent de blanc de zinc, de sorte qu'il suffit d'ouvrir ces trémies à la partie inférieure pour recueillir le produit.

Les chambres suivantes sont de grandes cages de toile. On suspend dans l'intérieur des pièces de coton plucheuses qui retiennent les plus légères parcelles d'oxyde de zinc, entraînées par le courant d'air.

Les produits recueillis dans les guérites et dans les premières chambres, sont mêlés de zinc métallique très divisé.

En les broyant avec de l'eau et les soumettant à la lévigation, on en sépare d'abord du blanc de zinc de qualité ordinaire.

Ce qui se dépose ensuite, représente en grande partie du zinc en poudre fine; c'est le *gris de zinc*, employé pour la peinture, ou la *poudre de zinc* dont l'usage est si répandu dans les laboratoires.

Enfin les parties les plus grossières, désignées sous le nom de *crasses*, sont refondues ou bien employées pour la fabrication des sels de zinc (chlorure, sulfate) en même temps qu'à la préparation de l'hydrogène.

Les produits déposés dans les chambres principales, constituent le *blanc de zinc* ordinaire; c'est de l'oxyde très pur, en poudre impalpable, qu'il suffit de broyer à l'huile ou à l'eau.

Dans les dernières chambres on recueille le *blanc de neige*, préféré pour les peintures fines, parce qu'il possède un éclat plus vif.

Comme il couvre moins que le premier et qu'on en produit quelquefois plus qu'on n'en peut écouler, on a cherché à le ramener à l'état de blanc de zinc ordinaire; on a proposé les deux procédés suivants :

1° Le blanc de neige est tassé dans des creusets qu'on chauffe au rouge vif. Il devient ainsi beaucoup plus compact.

2° On broie le blanc de neige avec de l'eau, de manière à former une pâte bien homogène qui est fortement comprimée et séchée. Réduit en poudre, le produit se rapproche tout à fait du blanc de zinc ordinaire.

Dans quelques usines on a remplacé les cornues par des creusets de terre réfractaire, réunis au nombre de six dans un même fourneau. Le tout est recouvert d'un dôme complétant une sorte de cornue, et les vapeurs de zinc arrivent dans une première chambre où elles sont brûlées en présence d'une quantité d'air convenable (procédé Latry).

On a proposé de brûler le zinc sur la sole d'un four à réverbère ordinaire, mais le blanc de zinc est alors mêlé de cendres entraînées par le tirage. Il faudrait que le four fût chauffé à l'aide d'un générateur à gaz.

100 kilogrammes de zinc doivent donner, théoriquement, 124 kilogrammes d'oxyde de zinc, mais il y a toujours des pertes résultant des impuretés du zinc et de l'oxyde entraîné hors des chambres.

On obtient à peu près le rendement suivant :

	25 kilog.	blanc de zinc ordinaire (dit *blanc de trémie*).
	93 —	blanc de neige.
	2 —	de crasses.
Total.	120 kilog.	environ.

2° *Procédés fondés sur l'emploi des minerais de zinc.*

Le carbonate de zinc naturel (*calamine*) et le sulfure de zinc (*blende*) sont les principaux minerais d'où l'on extrait le métal.

Ces minerais, soumis à un grillage convenable dans un courant d'air, donnent de l'oxyde de zinc ; mais cet oxyde n'est pas *entraîné* comme celui que donne la combustion du métal, par la raison que le zinc est volatil et que dans le procédé ordinaire ce sont les *vapeurs de zinc* qui viennent brûler au contact de l'air et qui sont entraînées dans les chambres à mesure qu'elles se changent en oxyde.

En grillant les minerais de zinc, avec toutes les précautions possibles, on aurait donc un rendement tout à fait insignifiant comme blanc de zinc.

Mais si l'on mélange avec du charbon les minerais grillés et qu'on chauffe très fortement dans des appareils distillatoires (comme dans la méthode silésienne) les vapeurs de zinc peuvent être enflammées à la sortie et transformées en blanc de zinc, comme dans la méthode ordinaire.

Cela revient à dire que les cornues, au lieu d'être chargées avec des lingots de zinc, seraient alimentées par un mélange de charbon et de minerai de zinc grillé.

Une fabrication de ce genre ne pourrait être installée avec avantage que dans les grandes usines de production du zinc.

3° *Succédanés du blanc de zinc.*

On a proposé d'employer comme couleur la blende réduite en poudre impalpable. Le produit n'est pas très blanc ; c'est plutôt un gris clair, un peu jaunâtre ; mais il paraît convenable pour les peintures communes (procédé de Certeau).

Comme le sulfate de zinc (résidu des piles) est assez abondant, on a essayé souvent de le transformer en blanc de zinc. Mais il faut d'abord le purifier de manière à lui enlever toute trace de fer; ce qu'on peut faire économiquement de la manière suivante :

On fait passer un courant de chlore ou bien on ajoute du chlorure de chaux dans la solution de sulfate de zinc, de manière à transformer tout le sulfate de protoxyde de fer en sulfate de peroxyde; puis on fait bouillir avec un peu de phosphate de chaux ou de noir animal. Le fer se précipite à l'état de phosphate tribasique insoluble. On filtre, on évapore à sec et on calcine le résidu dans un creuset. L'oxyde de zinc ainsi préparé possède une belle couleur blanche et beaucoup de compacité. Mais le prix de revient est généralement plus élevé que celui du blanc de zinc ordinaire.

Il en serait de même pour l'oxyde précipité de cette même solution de sulfate de zinc purifié.

On a essayé cependant de le précipiter par le sulfure de baryum ; on obtient de cette façon un précipité formé de sulfate de baryte et de sulfure de zinc, c'est-à-dire de deux produits blancs et inaltérables (procédé de Douhet). Il paraît que ce mélange est assez convenable pour la peinture; c'est ce que l'on a nommé le *blanc métallique*.

BLANCS DE NATURES DIVERSES

1° BLANC D'ANTIMOINE.

Depuis fort longtemps on a essayé de substituer l'oxyde d'antimoine à la céruse. C'est un produit très blanc, couvrant bien, ne noircissant point par les émanations sulfureuses ; du reste, un peu moins vénéneux que la céruse.

Le prix du plomb métallique ayant diminué de moitié, la céruse a suivi ce cours; il est donc de moins en moins probable qu'on puisse la remplacer par un produit moins cher, car l'antimoine n'a pas suivi la baisse du plomb.

Pour fabriquer la *céruse d'antimoine*, on fait arriver un mélange d'air et de vapeur d'eau à la surface d'un bain de sulfure d'antimoine chauffé dans un four ou dans un cylindre de fonte. Le soufre se dégage à l'état d'acide sulfureux; l'oxyde d'antimoine est entraîné dans des chambres placées à la suite du four.

Le sulfure pourrait être simplement grillé dans un courant d'air ; mais la présence de la vapeur d'eau a pour effet d'amener l'oxyde à un état de division extrême.

Le produit ainsi obtenu peut être immédiatement broyé à l'huile sans aucun lavage ni purification quelconque, (procédés Bobierre, Ruolz et Rousseau).

Dans une autre méthode, le sulfure d'antimoine est attaqué par l'acide chlo-

rhydrique concentré et bouillant. On produit ainsi de l'acide sulfhydrique qui peut être brûlé, transformé en acide sulfureux et utilisé pour la fabrication de l'acide sulfurique.

Le chlorure d'antimoine ainsi produit est précipité par l'eau ; on obtient de cette façon un oxychlorure très blanc autrefois nommé *poudre d'Algaroth.*

L'eau-mère acide contenant un peu d'antimoine peut servir de nouveau à condenser l'acide chlorhydrique gazeux et rentrer ainsi en fabrication.

On peut employer directement l'oxychlorure après un lavage à deux eaux suivi d'une dessiccation ; ou bien on peut le transformer en oxyde par l'action du carbonate de soude.

Le fer contenu dans le sulfure d'antimoine ou dans l'acide chlorhydrique ne nuit pas à la préparation de l'oxyde (procédés Vallée et Barreswil).

2° BLANC DE SILICE.

On a proposé d'employer comme couleur de la silice anhydre obtenue par la calcination au rouge d'une variété de silice hydratée qu'on trouve en Angleterre.

Il suffit de purifier par des lavages ce produit naturel et de chauffer au rouge pour avoir une matière fort blanche (contenant 90 p. 100 de silice) et qui peut être employée comme couleur, d'après les affirmations de la société qui a mis en vente ce produit (*Silcate Paint Company*, à Londres).

Ce qui donne un certain intérêt à cette question, c'est qu'on a essayé de fabriquer toute une série de produits colorés inoffensifs à base de silice.

3° TALC.

Synonymie. — Craie de Briançon, pierre de savon, etc.

Ce produit n'est pas d'un blanc très pur; mais il présente l'avantage d'être onctueux au toucher et complètement inaltérable.

C'est un silicate de magnésie hydraté, fort abondant sur plusieurs points et facile à réduire en une poudre impalpable, très douce au toucher; c'est la *poudre de savon* employée pour faciliter l'essayage des gants et des chaussures.

Cette même poudre sert au *satinage* des papiers peints, qui s'opère en brossant avec du talc en poudre la surface du papier couvert d'une *teinte de fond.* Le papier devient ainsi parfaitement lisse et brillant et peut recevoir des impressions en couleurs mates ordinaires.

La poudre de talc, mêlée de diverses matières colorantes (blanc de zinc, carmin, rose de carthame, etc.) entre dans la composition des fards de diverses couleurs.

Le *talc entier* constitue la *craie* des tailleurs employée pour tracer sur les tissus des lignes très apparentes et faciles à enlever.

4° BLANC DE FARD.

C'est du sous-nitrate de bismuth, produit en versant peu à peu du nitrate de bismuth dans un grand excès d'eau.

Ce produit est moins dangereux que la céruse, cependant il n'est pas inoffensif et doit être remplacé par l'amidon de riz ou le blanc de zinc avec addition, de talc en poudre.

NOIRS

A proprement parler, le noir n'est pas une couleur; tout corps qui nous paraît coloré en noir pur est doué de la propriété d'absorber tous les rayons qui composent la lumière blanche dans les proportions où ils existent dans cette lumière, telle qu'elle nous arrive du soleil.

Pour constater qu'un noir est absolument pur, il faut en étaler une couche épaisse à la surface d'une feuille de papier et recevoir sur cette couche l'image formée par les rayons solaires à la sortie d'un prisme (autrement dit, le *spectre solaire*).

Tandis que cette image, formée sur une feuille de papier blanc, donne sept teintes parfaitement nettes (*violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge*), elle devient *complètement invisible* quand on la reçoit sur le papier noirci.

Si la région verte du spectre reste légèrement visible, c'est que le noir n'est pas pur, il est mélangé de vert.

De même, si la région violette peut être distinguée, c'est que le noir est un peu violet, etc.

Voici d'ailleurs un autre procédé plus commode, qui permet de reconnaître de quelle nuance un noir est mélangé.

Il est dû à notre illustre et vénérable maître, M. Chevreul.

On couvre du noir à essayer, la moitié d'un disque de carton blanc; quand il s'agit d'un tissu noir, par exemple, rien de plus facile que de fixer un morceau de ce tissu de façon à cacher la moitié d'un disque de carton blanc (de $0^m,20$ de diamètre environ).

On fait tourner ce disque assez rapidement au moyen d'une aiguille à tricoter, fixée au centre, à la manière d'une *pirouette* ou *toton*.

Si le noir est pur, la partie blanche doit rester telle qu'elle est quand le disque est au repos.

Mais supposons que cette partie semble *un peu rosée ou un peu jaunâtre*, cela prouvera que le noir contient un peu de *vert* ou de *violet* (couleurs complémentaires du rose et du jaune).

Enfin, on peut comparer un noir quelconque avec le *noir absolu* de M. Chevreul.

Ayant percé dans une feuille de carton un trou circulaire, on y introduit un cône de même matière dont toute la surface intérieure est couverte du plus beau noir qu'on puisse trouver dans le commerce, par exemple d'une étoffe de laine teinte en noir très foncé.

La base du cône s'adaptant exactement à l'intérieur du trou, la lumière se réfléchit sur les parois intérieures du cône, mais en très petite quantité; puis, après quelques réflexions multiples, elle s'éteint complètement.

A la distance d'un mètre, le trou percé dans l'écran présente l'apparence d'un disque du plus beau noir, *profond et velouté.*

Un disque de même diamètre, placé à côté du *noir absolu* (sur le même écran) et recouvert d'un noir quelconque (par exemple, de celui qui recouvre l'intérieur du cône), paraîtra toujours jaunâtre, verdâtre, etc.

Cette manière d'obtenir du noir absolu est d'ailleurs fort utile pour diverses expériences, par exemple, pour les photographies instantanées du vol des oiseaux (M. Marey).

Une expérience fort curieuse (dont nous avons publié l'explication il y a longtemps, mais qui est restée fort peu connue), prouve que la sensation du noir *résulte bien de l'absence de toute sensation lumineuse.*

Quand un cône d'ombre pénètre dans l'œil, il le traverse comme un milieu transparent quelconque sans subir de déviation et il vient former sur la rétine une tache d'un noir pur.

On réalise facilement ces conditions de la manière suivante :

Ayant percé un très petit trou dans une carte, on regarde à travers ce trou une surface bien éclairée, le ciel, la flamme d'une lampe, etc.

Les rayons lumineux qui partent du trou forment un cône de rayons émanant sensiblement d'un point unique (représenté par le trou lui-même).

Si l'on place un corps opaque, une tête d'épingle, par exemple, contre les cils et bien en face du trou, il se formera derrière l'épingle un cône d'ombre qui traversera l'œil et formera sur le fond de l'œil (où s'épanouit la rétine), l'ombre portée de l'épingle.

Cette ombre est *droite* comme l'objet lui-même, donc elle semblera *renversée*, puisque tous les objets ordinaires qui forment sur la rétine des images *renversées* nous paraissent *droits.*

Nous verrons donc une image *noire et renversée* de la tête de l'épingle.

De plus, cette image nous donnera la sensation d'une épingle noire et renversée, située dans le plan du trou. En effet, comme la lumière nous vient de ce trou, nous rapportons toutes les sensations lumineuses (aussi bien que celles qui résultent de l'absence de la lumière) à l'origine des rayons lumineux.

Quand un objet est fortement coloré en bleu, en violet ou même en vert, cet objet paraît noir.

C'est ainsi que l'aluminate de colbalt (cristallisé en octaèdres) paraît noir, quoiqu'il donne une poudre d'un bleu clair.

De même le bleu de Prusse en masse compacte semble presque noir; il en est de même des violets d'aniline, etc.

I. — PRODUITS NATURELS

Les houilles, les anthracites, certains lignites même, sont d'un noir foncé, et on a fort souvent essayé de les employer comme noirs après les avoir bien broyés.

Mais les poudres ainsi obtenues sont toujours brunâtres ou grisâtres et prennent mal l'huile ou la colle.

Le *jais* (ou *jayet*) (qui n'est qu'une variété d'anthracite), ne fait pas exception; le jais est d'un noir magnifique, mais il donne une poussière terne et grise.

Le peroxyde de manganèse est dans le même cas.

On a cité plus d'une fois des sucs végétaux d'un *noir foncé*, mais ce sont plutôt des violets très intenses, dépourvus de solidité.

II. — PRODUITS ARTIFICIELS A BASE DE CHARBON

1° GOUDRONS DE HOUILLE, DE BOIS, DE TOURBE, ETC.

Ces produits, noirs ou bruns, contiennent un fort grand nombre de matières différentes, parmi lesquelles on trouve du noir de fumée. Pour le prouver, prenons par exemple le goudron de houille (coaltar).

On peut délayer ce produit avec du pétrole léger, le filtrer, puis épuiser le résidu par le même dissolvant porté à l'ébullition.

On obtient de cette façon un mélange de noir de fumée et de cendres entraînées avec les gaz et le goudron pendant la distillation de la houille.

Par des traitements successifs à la soude caustique, à l'acide sulfurique et à l'acide fluorhydrique, on finit par enlever presque toutes les matières étrangères; il reste seulement du charbon à peu près pur.

Les goudrons sont fort employés pour les peintures les plus communes, destinées à conserver des bois exposés à l'air ou à l'eau.

Le goudron de gaz ne vaut pas celui que donnent les bois résineux (goudron de Norwège); mais il est d'un prix fort modique.

Pour s'en servir pendant la saison froide, il est nécessaire de le faire chauffer; souvent même on le délaie avec de l'essence de térébenthine.

Le goudron de gaz sèche assez difficilement, surtout dans les parties où il forme épaisseur. Quand il s'agit d'objets d'assez petites dimensions (seaux à incendie,

échalas pour les vignes, etc.,) il est préférable, au lieu de peindre, de plonger les objets bien secs dans une chaudière remplie de goudron chauffé suffisamment pour qu'il reste bien liquide. Il est nécessaire d'opérer loin des bâtiments, à cause des dangers d'incendie.

2° NOIR DE FUMÉE

Préparé avec tous les soins convenables, le noir de fumée représente du charbon presque chimiquement pur.

C'est le charbon très divisé qui se dépose pendant la combustion incomplète de la plupart des matières organiques telles que :

Houilles, tourbes et bois ordinaires;

Résines et bois résineux ;

Corps gras, naphtaline, goudrons, etc.

a. *Noir de houille.*

C'est le plus médiocre de tous les noirs de fumée.

On le recueille dans les cheminées des foyers où l'on brûle les houilles grasses ou dans les cheminées des fours à coke.

Il est toujours mêlé de cendres et souvent gris foncé plutôt que noir. On ne l'emploie que pour les peintures les plus grossières, par exemple pour peindre la coque des navires.

b. *Noir de résine.*

Le plus souvent, on obtient le noir de fumée en brûlant des résines ou plutôt des résidus de la fabrication des résines et des essences.

Cette combustion s'opère dans un foyer où l'on n'admet que la quantité d'air indispensable pour entretenir la combustion.

La fumée se rend par un large conduit dans une chambre cylindrique construite en briques et fermée à la partie supérieure par un couvercle conique. Celui-ci se termine par une ouverture munie d'un registre de manière à régler exactement le tirage qui doit être maintenu très faible.

De temps en temps, on arrête le feu; à l'aide d'une chaîne et d'une poulie on fait descendre le couvercle dont le diamètre est un peu plus petit que celui de la chambre. Il fait office de râcloire et fait tomber sur le sol de la chambre tout le noir accumulé sur les parois.

Quand la poussière est tombée, on remonte le couvercle, on pénètre dans la chambre par une porte latérale; le noir est alors ramassé à la pelle et mis en sacs.

Le produit ainsi obtenu est mêlé de matières résineuses jaunâtres; c'est pour cette raison que les lettres de deuil exhalent toujours une odeur résineuse particulière et que les marges de ces lettres jaunissent peu à peu le papier, par suite de l'absorption de ces matières jaunes mal définies.

Les mêmes effets s'observent avec les mauvaises encres d'impression employées pour les publications à très bon marché.

c. *Noir de lampe.*

C'est le plus beau de tous les noirs de fumée.

On l'obtient en brûlant des huiles communes dans de grosses lampes fumeuses et faisant arriver la fumée dans une série de chambres de toile où se dépose le noir. La première chambre retient les produits les plus grossiers; dans les chambres suivantes on recueille du noir de qualité tout à fait supérieure.

On brûle des huiles grasses ou du pétrole, on se sert même de la naphtaline des usines à gaz; produit abondant, qui donne une flamme très fumeuse.

La flamme produite par la combustion de l'axonge (graisse de porc) donne un noir d'une beauté tout à fait exceptionnelle, comme on peut le vérifier aisément par la préparation en petit de cette espèce de noir.

Dans une terrine de poterie commune, on fait fondre de l'axonge et l'on place au centre de la masse fondue une forte mèche de coton.

Après refroidissement on allume la mèche et on recouvre d'une seconde terrine qu'on soulève un peu sur le côté de manière à permettre le renouvellement de l'air.

L'intérieur de la terrine se recouvre de gros flocons de noir de fumée de la plus belle teinte.

d. *Purifications des noirs de fumée.*

En calcinant de nouveau le noir de fumée dans un creuset bien fermé, luté avec de la terre réfractaire, on détruit les corps gras ou résineux qui l'accompagnent; mais le produit devient compact et doit être pulvérisé; c'est un grave inconvénient, car le principal mérite du noir de fumée, c'est d'être naturellement très divisé.

Il est bien préférable de délayer le noir de fumée avec de l'acide sulfurique concentré : on laisse digérer pendant vingt-quatre heures et on verse dans un grand excès d'eau. Il suffit de laver; on ajoute un peu d'ammoniaque dans la dernière eau de lavage et on sèche à une douce chaleur.

Le noir ainsi purifié est fort bien dépouillé de toute matière grasse ou résineuse; il se laisse facilement mouiller par l'eau et ne donne pas de *cerne* jaunâtre comme les noirs ordinaires.

C'est ainsi qu'on prépare les noirs employés pour les impressions à l'albumine sur tissus de coton.

On peut aussi purifier les noirs de fumée en les faisant chauffer avec une lessive de soude concentrée, lavant et séchant. Mais il est difficile d'enlever les dernières traces de soude par le lavage. On pourrait terminer par un traitement à l'acide sulfurique (après lavage et séchage) : le produit serait encore plus pur, mais la dépense deviendrait trop élevée.

e. *Propriétés, usages.*

Le noir de fumée est inaltérable à l'air, à l'action du soleil, aussi bien qu'à

tous les réactifs chimiques dans les conditions ordinaires. Il n'est attaqué que par les acides concentrés, sous l'influence de la chaleur. Il est insoluble dans tous les dissolvants.

Le noir de fumée forme la base de toutes les encres d'impression (typographie, lithographie, impression en taille-douce) : on comprend donc que toutes ces encres soient indélébiles.

Il en est de même de l'*encre de Chine*; mais celle-ci peut se détacher de la surface du papier par le frottement, à l'aide d'une éponge mouillée.

Le noir de fumée est aussi très employé pour les peintures à l'huile : toutefois, il ne donne pas d'aussi beaux tons que le noir d'ivoire de bonne qualité.

3° NOIRS FORMÉS PAR LES CHARBONS VÉGÉTAUX

Le charbon de bois est souvent employé pour les peintures communes.

On le réduit en poudre impalpable sous des meules de moulins à farine ou bien dans des tonnes tournantes, avec des billes de bronze, comme on fait pour la fabrication de la poudre.

Le produit ainsi obtenu est toujours grisâtre et ne peut pas être employé pour donner des noirs francs.

Le fusain, si utile aux dessinateurs, n'est autre chose que le produit obtenu en carbonisant les jeunes branches du fusain (arbuste très connu dans toute l'Europe centrale). Le charbon de saule ou de peuplier donne à peu près les mêmes résultats : il est tendre et toujours un peu gris.

Au contraire, certains charbons végétaux sont d'un noir très foncé et fournissent des beaux noirs connus sur les noms de *noir de liège* ou d'*Espagne*, *noir de pêche*, *noir de vigne*, etc.

On obtient ces produits en calcinant dans des mouffles ou des creusets bien fermés des noyaux de pêche on d'abricots débarrassés de leurs amandes; des sarments de vigne; des pépins de raisins (provenant des marcs de vendange bien lavés); des tourteaux de graines oléagineuses, etc.

Le noir provenant des noyaux de pêches ou d'abricots est depuis longtemps employé par les Chinois pour la fabrication de certaines variétés d'encre.

Les noirs végétaux, bien préparés, ne doivent contenir aucune partie goudronneuse : ils présenteraient alors une teinte jaunâtre et se mêleraient difficilement à l'eau. Employés à l'huile, ils donneraient des tons qui s'entoureraient bientôt d'un *cerne* jaune.

Enfin, on a proposé de fabriquer des noirs végétaux en chauffant à 100 degrés ou un peu au-dessus un mélange de glucose, de fécule, de sciure de bois, etc., avec de l'acide sulfurique concentré, mêlé d'acide nitrique.

On jette la masse dans de l'eau et on termine les lavages par une eau légèrement ammoniacale.

Quand l'opération a été bien conduite, de manière à compléter la *carbonisation* des matières, le produit obtenu est d'un beau noir; il forme une poudre extrêmement ténue.

Mais si l'action des acides n'a pas été suffisamment prolongée, on n'obtient qu'une matière brune, dans le genre des *produits ulmiques*.

De plus, il faut avoir grand soin de ne pas laisser la masse s'agglomérer au fond de la chaudière où se fait l'opération; car le charbon deviendrait compact et fort difficile à pulvériser.

Il nous semble que les charbons végétaux, préparés de cette façon, doivent revenir à un prix trop élevé.

Le *noir d'Allemagne*, fort employé pour les encres destinées à l'imprimerie en taille-douce, se prépare en calcinant à l'abri de l'air un mélange de lie de vin desséchée, de rafles de raisin, de noyaux de pêches, abricots ou prunes et d'une certaine quantité de débris d'os non dégraissés. Les proportions varient suivant les fabricants, Le produit est bien lavé, broyé à l'eau et mis en pains.

Le *noir de Francfort* est analogue au précédent : c'est le charbon obtenu en calcinant la lie de vin desséchée, sans addition d'autres matières. Comme il se produit en même temps du carbonate de potasse, la première eau de lavage est évaporée à sec de manière à donner du carbonate de potasse presque pur (sel de tartre des anciens chimistes). Le charbon est extrêmement divisé et de la plus belle teinte noire.

4° NOIRS MINÉRAUX

Les schistes bitumineux d'Autun, de Ménat, le Boghead d'Écosse, etc., donnent par la distillation un résidu charbonneux qui est souvent d'un beau noir et qui peut être employé comme couleur.

Il est nécessaire d'opérer la calcination en vase clos à une température suffisante pour décomposer les matières goudronneuses qui tendent à se former.

Toutefois, il faut bien se garder de trop chauffer; car le charbon devient très dur et prend une teinte grise semblable à celle du coke.

Le schiste de Ménat (Puy-de-Dôme) donne un noir foncé très facile à broyer et d'une fort belle teinte.

Le noir de schiste est bien loin d'être du charbon pur. Il contient souvent plus de 60 p. 100 de matières minérales (formées principalement de divers silicates).

Ce qu'il y a de très remarquable, c'est que le noir de schiste traité par l'acide fluorhydrique de manière à enlever les silicates ne prend pas une teinte plus foncée; chaque parcelle de matière minérale est si bien mélangée de charbon qu'elle paraît absolument noire.

En calcinant à l'air le noir de schiste, on obtient environ 60 p. 100 d'une cendre blanche, grisâtre ou rougeâtre (suivant les variétés) et présentant l'aspect d'une argile cuite et pulvérisée.

On a essayé de produire artificiellement des noirs minéraux; mais il ne semble pas qu'on doive y trouver de l'économie.

Par exemple, on peut calciner en vase clos un mélange intime de goudron, de gaz et de chaux hydratée en poudre fine. On ajoute aussi de l'alun : 80 kil. goudron, 100 kil. chaux hydratée, 9 kil. alun. L'auteur de ce procédé, M. E. New-

ton, assure que les noirs ainsi obtenus sont beaucoup plus *siccatifs* que les noirs ordinaires quand on s'en sert pour les peintures à l'huile.

5° NOIR ANIMAL ET VARIÉTÉS

Soumises à la calcination en vases clos, les matières animales donnent un résidu de charbon.

La plupart de ces matières subissent une fusion partielle avant de se décomposer; elles donnent un charbon boursoufflé, brillant, de couleur grise quand il est broyé, par conséquent impropre à la peinture.

Du reste, les matières végétales qui subissent la fusion avant la décomposition finale sont dans le même cas : par exemple, le sucre de canne, le glucose, etc.

Pour obtenir un noir de bonne qualité, il est donc nécessaire de calciner un mélange très intime d'une matière minérale et d'un ou plusieurs corps organiques qui puissent donner du charbon en se décomposant par la chaleur.

Cet idéal se trouve réalisé d'un côté par les schistes bitumineux; de l'autre par les os des animaux qui sont formés de :

Phosphate de chaux	51,04
Carbonate de chaux	11,30
Fluorure de calcium, etc.	4,36
Osséine (gélatine)	32,17
Corps gras	1,13
Total	100,00

Les os, calcinés en vase clos, donnent le charbon d'os, le *noir d'os* ou *noir animal*. La forme de l'os n'a pas changé, le produit représente toute la partie minérale de l'os, plus du charbon disséminé d'une manière très intime dans toute la masse.

On a maintes fois essayé d'imiter le noir animal en calcinant un mélange d'argile et de gélatine (colle forte), préalablement mise en dissolution dans l'eau chaude, ou encore de l'argile ou de la craie bien desséchées, broyées avec un corps gras, etc.

On peut obtenir ainsi de beaux noirs, possédant jusqu'à un certain point les propriétés décolorantes du noir animal. Mais il est clair que d'après le prix courant des os et des schistes bitumineux, il est bien difficile de produire des noirs à meilleur marché que le noir animal et le noir de schiste.

Traité par l'acide chlorhydrique, jusqu'à ce que cet acide ne dissolve plus rien, le noir animal donne un charbon presque pur, mais qui n'est pas d'un plus beau noir que le produit primitif. La diminution de poids est considérable, car le noir animal est formé, en moyenne, de :

Phosphate de chaux	88,00
Charbon	12,00
Total	100,00

Presque toute la partie minérale se dissout dans l'acide.

Au point de vue commercial, on ne traite donc jamais le noir animal par l'acide; cette opération ne se fait que pour les laboratoires, quand on désire avoir, sous un *faible* poids, un noir doué de propriétés décolorantes exceptionnelles.

Le *noir d'ivoire* s'obtient en calcinant, à l'abri de l'air, des débris d'ivoire provenant du travail de cette précieuse matière.

Les sortes un peu inférieures se fabriquent avec les os durs (de mouton, etc.), servant à confectionner les boutons et les différents articles de tabletterie.

Le noir d'ivoire convient parfaitement pour la peinture à l'huile. Il présente souvent un reflet rougeâtre : on peut le faire disparaître en le lavant avec de l'acide chlorhydrique étendu et le calcinant de nouveau. Ce lavage n'enlève d'ailleurs qu'une faible partie des matières minérales.

On réussit encore mieux à neutraliser la teinte rougeâtre du noir d'ivoire en le mêlant avec un peu de vert de chrome (vert Guignet), préalablement bien broyé à l'huile.

Les os qui servent à la fabrication du noir animal sont le plus souvent *dégraissés*, c'est-à-dire qu'on les fait bouillir avec de l'eau à 110 ou 120 degrés (sous pression), de manière à enlever la plus grande partie de la graisse et même de l'osséine (qui se transforme en gélatine dans ces conditions). La quantité de matières organiques retenue par les os est encore suffisante pour donner le charbon nécessaire à la production du noir animal.

6° NOIR D'ANILINE

Quand on mélange une solution d'un sel d'aniline avec de l'acide chromique ou du chlorate de cuivre en proportions convenables, il se forme un produit d'un noir foncé, insoluble dans tous les dissolvants et inattaquable par tous les réactifs, dans les conditions ordinaires.

On peut donc aisément purifier ce noir par l'action des dissolvants, ainsi que par celle des acides et des alcalis.

Le noir d'aniline est appelé à un grand avenir comme couleur d'application, à l'huile ou à l'eau ; mais, jusqu'à présent, il n'est employé que pour l'impression des tissus et la teinture des fils, il n'est pas encore produit en grand et vendu comme couleur noire.

7° NOIRS DE NATURES DIVERSES

Le *noir de Prusse* n'est autre chose que le résidu de la calcination du bleu de Prusse en vase clos.

C'est un mélange de charbon très divisé et de fer métallique, qu'on peut d'ailleurs enlever par l'action d'un acide.

Le noir de Prusse ne possède aucune qualité spéciale comme couleur et il est d'un prix élevé.

Un produit analogue s'obtient quand on calcine en vase clos le ferrocyanure

de potassium (prussiate jaune) pour fabriquer le cyanure de potassium. On épuise le produit par l'eau qui dissout le cyanure, puis par l'acide chlorhydrique étendu qui enlève le fer. Le charbon très divisé ainsi obtenu possède des propriétés décolorantes fort remarquables (noir Girard).

Chromite de cuivre. — L'oxyde de chrome peut se combiner avec l'oyde de cuivre, de manière à produire un composé du plus beau noir, très stable et pouvant servir à tous les usages ordinaires.

On l'obtient en calcinant, *au contact de l'air*, du chromate de cuivre tribasique, préparé en précipitant le chromate neutre de potasse par le sulfate de cuivre. On purifie le produit en le traitant par l'acide chlorhydrique qui dissout l'oxyde en excès, tandis que la combinaison (chromite de cuivre) reste sous la forme d'une matière noire, pulvérulente.

Ce même produit s'obtient en décomposant par la chaleur un mélange en proportions convenables de bichromate de potasse et d'azotate de cuivre (Persoz).

Laques noires. — Ces produits sont employés dans la fabrication des papiers peints.

La plus belle laque noire porte le nom fort singulier de *noir physique*; ce n'est le plus souvent que la boue noire qui se dépose dans les cuves où l'on fait les teintures au campêche et au chromate.

Le noir physique est une véritable laque représentant une combinaison d'oxyde de chrome avec la matière colorante de campêche, transformée par oxydation.

Après combustion, ce noir laisse un résidu d'oxyde de chrome anhydre.

Traité par l'acide chlorhydrique, il devient d'un rouge vif, comme toutes les teintures noires au campêche.

On prépare aisément cette laque noire en ajoutant du chromate neutre de potasse dans une décoction de bois de campêche et précipitant avec un peu d'acide acétique.

Les laques noires ne peuvent être employées à l'huile; mais, tandis que le noir d'ivoire ou le noir de fumée ne donnent avec l'eau et la colle que des tons mats et grisâtres, les laques noires permettent d'obtenir des noirs veloutés et profonds, pour les peintures en détrempe et les papiers peints.

BLEUS

I. — OUTREMER

Le prix de cette belle couleur s'est tellement abaissé, à mesure que ses applications s'étendaient, que la fabrication de l'outremer a pris une grande importance

Comme les matières premières sont à vil prix et que la production de l'outremer n'exige pas beaucoup de main-d'œuvre, le prix s'est abaissé depuis *six cents francs* le kilogramme (prix de l'outremer Guimet, dans les premiers temps de la fabrication) jusqu'à *deux francs*, prix actuel. Il y a même des sortes communes, de qualité suffisante pour la fabrication des papiers peints très ordinaires, qui se vendent 75 centimes ou 1 franc le kilogramme.

La production annuelle de l'outremer, dans le monde entier, n'est pas inférieure à *vingt millions* de kilogrammes.

La France, où cette belle industrie a pris naissance, possède une dizaine de fabriques dont plusieurs de première importance : celle de M. Guimet, à Fleurieu-sur-Saône, près Lyon (production annuelle, plus d'un million de kilogrammes) ; celle de M. Deschamps, presque aussi importante; de MM. Richter, à Lille; Armet de l'Isle (Nogent-sur-Marne) ; Robelin (Dijon), etc.

La production allemande est très considérable; elle est répartie entre vingt-cinq usines, dont la plus importante est celle de Nuremberg.

La Belgique, la Hollande, l'Autriche, la Russie possèdent chacune plusieurs fabriques d'outremer ; mais, jusqu'à présent, cette industrie n'existe pas en Angleterre.

Jusqu'en 1870, la France importait plus d'outremer qu'elle n'en exportait, l'excédent d'importation étant surtout représenté par des sortes communes qu'on croyait impossible de fabriquer en France aux mêmes conditions qu'en Allemagne, bien que les matières premières soient au même prix dans les deux régions.

Mais à partir de 1870, l'exportation française a dépassé rapidement l'importation comme le prouvent les nombres suivants :

Années.	Importations.	Exportations.
1869.	187,192 kilogr.	160,794 kilogr.
1870.	95,104 —	170,591 —
1875.	327,233 —	540,537 —
1876.	266,564 —	637,848 —

Dans les dix dernières années, le mouvement en faveur de l'exportation a encore augmenté; ce dont il faut féliciter les industriels français, car le bleu d'outremer est un de ces produits fabriqués avec des matières premières à vil prix, qui représentent de véritables valeurs créées par nos usines.

HISTORIQUE

Rien de plus curieux que l'histoire du bleu d'outremer; rien de plus propre à mettre en évidence la puissance créatrice de la chimie moderne mise en œuvre par des industriels habiles.

Dès la plus haute antiquité, on a su distinguer le *lapis lazuli* ou *lazulite*; c'est une pierre d'un bleu vif dans laquelle sont disséminés des grains de pyrite, de couleur dorée; ce qui a fait dire souvent que le lapis lazuli contient des *pépites* d'or natif.

Comme la plupart des minéraux colorés en bleu contiennent du cuivre, on a cru pendant longtemps que le lapis lazuli était une variété de *cuivre carbonaté bleu* (*azurite*). C'est d'ailleurs un minéral fort rare qu'on trouve dans certaines localités de la Perse, de la Chine et surtout de la Grande-Boukarie. On s'en sert quelquefois pour des vases, des coupes et autres objets d'ornement, d'un fort bel effet, et d'un prix toujours assez élevé.

Margraff fut le premier chimiste qui démontra que le lapis lazuli ne contient pas de cuivre (1758). Comme il avait constaté la présence du fer en petite quantité, il crut pouvoir attribuer la coloration bleue à une matière ferrugineuse non déterminée.

Clément-Désormes démontra que cette opinion (adoptée par Guyton de Moreau et presque tous les chimistes) était absolument inadmissible, attendu qu'une fort belle sorte d'outremer, retiré du lapis, était complètement exempte de fer.

Jusque dans ces derniers temps, plusieurs chimistes, Warrentrapp notamment, ont essayé de faire revivre les idées de Margraff : aussi on a introduit plus d'une fois du fer (à l'état de sulfate) dans les mélanges pour bleu d'outremer.

Mais il est parfaitement prouvé maintenant que, si le fer en petite quantité n'est pas nuisible, il n'est utile en aucune façon à la production de l'outremer.

La première analyse assez exacte de l'outremer naturel préparé avec le lapis lazuli a été donnée par Clément-Désormes qui a trouvé :

Silice.	35,8
Alumine	34,8
Soude.	23,1
Soufre.	3,1
Carbonate de chaux.	3,2
Total.	100,00

En 1814, Tassaert remarqua dans un four à soude de la fabrique de Saint-Gobain la production d'une matière bleue qui fut analysée par Vauquelin et reconnue de même nature que le lapis lazuli.

Une observation semblable fut faite par Kuhlmann, dans les fours à sulfate de soude de sa fabrique à Lille.

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale, s'appuyant sur ces faits curieux, créa en 1824 un prix de six mille francs pour la fabrication d'un outremer réunissant toutes les qualités de celui qu'on retire du lapis lazuli.

Ce prix fut décerné le 3 décembre 1828 à J.-B. Guimet, ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur des ponts et chaussées.

Guimet ne publia point son procédé, mais il créa en 1831 l'importante fabrique qui existe encore à Fleurieu-sur-Saône, près Lyon, laquelle s'est toujours maintenue à la tête de l'industrie de l'outremer artificiel.

Il est nécessaire d'insister sur la date précise et le nom de l'auteur de la découverte de l'outremer; en effet, certains auteurs étrangers n'ont pas craint de l'attribuer, contre toute évidence, à Gmelin, de Tubingen, qui l'aurait faite *en même temps que Guimet*.

Il est, au contraire, parfaitement établi que Gmelin n'a obtenu de l'outremer artificiel qu'en 1828, tandis que Guimet l'avait obtenu *deux ans auparavant* (juillet 1826), et qu'au mois d'octobre de la même année il le produisait *industriellement* et en avait livré à plusieurs artistes.

Le bleu obtenu par Gmelin *en 1828* n'était qu'un produit de laboratoire, mêlé de matières grises, qui n'était pas à comparer avec l'outremer Guimet.

Toutefois, il est juste de reconnaître que la publication du mémoire de Gmelin (1828) a rendu un véritable service à l'industrie; bien que le procédé soit coûteux et compliqué, qu'il donne des résultats irréguliers et des produits de qualité médiocre, il a néanmoins servi de point de départ aux nombreuses recherches des savants et des industriels en vue de la création de nouvelles fabriques d'outremer après la grande découverte de Guimet.

On a cru pendant longtemps que l'outremer naturel était plus *stable* et souvent plus *beau* que l'outremer artificiel.

C'est une erreur, ainsi que l'a prouvé M. Th. Morel, chimiste de M. E. Guimet.

L'outremer naturel, *bien purifié et réduit en poudre impalpable*, ne résiste pas mieux que l'outremer artificiel à l'action des acides et même de la solution d'alun.

On a, du reste, abandonné complètement l'usage de l'outremer naturel qui se vendait autrefois au poids de l'or. Les plus belles sortes d'outremer étaient pesées avec des pièces d'or, *de bon aloi*, disent les anciens auteurs.

La recette suivie pour séparer la matière bleue du lapis et les matières étrangères (ou *gangue*) est fort curieuse.

On triait soigneusement le lapis après l'avoir concassé en menus morceaux; on rejetait toutes les parties blanches ou très peu colorées.

Les morceaux les plus colorés étaient réduits en poudre impalpable, après qu'on les avait *étonnés*, c'est-à-dire chauffés au rouge et jetés dans l'eau froide. La plupart des marchands de couleurs avaient coutume d'employer le vinaigre au lieu de l'eau : les morceaux de lapis étaient un peu attaqués à la surface et une faible partie de la matière était détruite.

On préparait d'autre part un mastic formé de résine, de cire et d'huile de lin cuite. La poudre de lapis était mélangée intimement avec le double de son poids de mastic ; la pâte ainsi obtenue était enfermée dans un linge et pétrie dans de l'eau chaude.

La première eau était rejetée, comme contenant diverses impuretés.

La seconde laissait déposer le bleu de première qualité.

Les autres donnaient des produits de plus en plus médiocres ; les derniers se nommaient *cendres d'outremer.*

La gangue était retenue par le mastic, du moins pour la plus grande partie : de sorte que le résidu était à peine coloré.

Il est certainement très remarquable qu'on ait découvert par tâtonnement cette propriété si curieuse que possède l'outremer, d'être moins adhérent aux corps gras et résineux que les matières étrangères qui l'accompagnent.

Le rendement était fort médiocre : 2 ou 3 p. 100 du poids du lapis lazuli, ce qui donne la raison du prix exorbitant de l'outremer naturel.

PROPRIÉTÉS

L'outremer est d'un bleu vif, variant du bleu ciel clair jusqu'au bleu foncé. Certaines variétés tirent sur le violet ou sur le verdâtre.

Mais, quelle que soit son origine, l'outremer n'est jamais *un bleu lumière* : c'est-à-dire qu'à la lumière des bougies, des lampes ou du gaz, il paraît presque noir.

L'outremer résiste fort bien à l'action de la lumière, aux alcalis et aux émanations sulfureuses.

Mais il est très sensible à l'action des acides qui le détruisent presque instantanément. L'outremer naturel, extrait du *lapis lazuli*, résiste aux acides plus longtemps que les outremers artificiels, et ceux-ci présentent sous ce rapport d'assez grandes différences. Certains outremers, souvent de la plus belle nuance, ne supportent même pas l'action de l'alun en dissolution ; d'autres résistent à l'alun et même ne sont décomposés que lentement par l'acide acétique étendu.

Certains acides concentrés n'agissent pas sur l'outremer aussi rapidement que les mêmes acides étendus. On peut délayer de l'outremer bien sec avec de l'acide sulfurique monohydraté ; la couleur bleue persiste longtemps. Mais le même outremer est immédiatement détruit par l'acide sulfurique étendu.

Les gaz qui se dégagent contiennent de l'acide sulfureux et de l'acide sulfhydrique ; l'outremer devient blanc et forme un résidu qui ne contient plus que de la silice, de l'alumine et du soufre. L'acide retient en dissolution de la soude (avec un peu de silice et d'alumine, quand on emploie un acide énergique).

L'outremer est une couleur absolument inoffensive.

Soumis à la température du rouge très vif (800 à 1,000 degrés), l'outremer se décompose et fond en un verre incolore.

Il n'est donc pas possible de l'employer comme couleur nitrifiable.

COMPOSITION CHIMIQUE

Malgré tous les travaux fort importants publiés sur cette question, on ne sait pas encore aujourd'hui quelle est la nature du *composé chimique qui constitue* l'outremer.

On a cru longtemps que la coloration des bleus d'outremer était due à de très petites quantités de fer; mais des analyses très exactes ont prouvé qu'on pouvait faire de très bel outremer avec des substances absolument dépourvues de fer.

On a proposé de regarder l'outremer comme une combinaison d'un silicate double d'alumine et de soude avec du sulfure de sodium (M. Breunlin).

Mais cette hypothèse nous paraît difficile à soutenir.

En effet, il a été impossible jusqu'à présent de combiner avec un sulfure alcalin un sel formé par un acide et une base, oxygénés tous les deux.

Cependant, comme les expériences négatives ne prouvent rien, celles-ci ne démontrent pas d'une manière absolue que la formule proposée par M. Breunlin n'est pas exacte.

Il y a une autre raison qui permet d'affirmer qu'on ne peut pas établir actuellement la formule de l'outremer.

Dans un travail déjà ancien (*Répertoire de chimie appliquée*, 1861, p. 427), nous avons prouvé que les outremers du commerce contiennent du soufre à l'état de simple mélange.

En épuisant l'outremer bien desséché par du sulfure de carbone pur, on peut en retirer 1 ou 2 p. 100 (et même jusqu'à 3 p. 100) de soufre à l'état de liberté, c'est-à-dire souvent plus de la moitié du soufre total.

C'est une quantité plus que suffisante pour modifier les formules proposées.

La couleur de l'outremer n'est pas altérée par le traitement au sulfure de carbone.

Il en est de même quand on le fait bouillir avec une solution assez étendue de soude ou de potasse qui dissout le soufre non combiné.

On pourrait espérer que l'analyse de l'outremer ainsi purifié permettrait d'arriver à établir la formule d'un composé défini; mais il n'en est rien.

Ce produit est encore un mélange.

Quand on le fait chauffer pendant plusieurs jours dans de la soude caustique concentrée (soude à 36 degrés), on dissout de la silice et de l'alumine et cependant la couleur n'est pas modifiée.

Examiné au microscope, sous un fort grossissement, l'outremer paraît formé de parcelles bleu foncé d'aspect cristallin, plus de parties amorphes et de rares particules incolores et cristallisées.

Ces dernières peuvent être facilement mises en évidence par le moyen suivant :

On fait bouillir l'outremer pendant plusieurs jours avec une solution de permanganate de potasse. Le réactif est renouvelé plusieurs fois jusqu'à ce que la liqueur conserve la teinte violette persistant après une longue ébullition.

L'outremer est complètement changé en une poudre brune formée en grande partie d'oxyde de manganèse.

Cette poudre est épuisée par l'eau bouillante, puis séchée et portée sous le microscope.

On distingue alors facilement des cristaux incolores sur un fond brun foncé. Ces cristaux sont d'ailleurs déjà visibles à l'œil nu. Ce sont des parcelles de feldspath provenant du kaolin employé pour la fabrication de l'outremer soumis à l'expérience.

Pendant la fabrication, ce feldspath n'est pas transformé en outremer comme l'argile pure qui forme la plus grande partie du kaolin.

On peut d'ailleurs *teindre* du kaolin avec du campêche et du bichromate de potasse ou de la cochenille, et reconnaître par l'observation microscopique la présence des parcelles de feldspath : ce qui prouve que dans les nombres donnés pour la composition des argiles une faible partie de la silice et de l'alumine se trouve à l'état de feldspath.

En résumé, ce qu'il faut trouver, c'est la nature du composé formé par les cinq éléments suivants, reconnus essentiels à la constitution de l'outremer :

Silicium, *aluminium*, *sodium*, *soufre*, *oxygène*.

La composition centésimale (supposée invariable, ce qui n'est pas) ne permettrait même pas d'établir une formule brute; car une partie du soufre, de la silice, de l'alumine peuvent se trouver à l'état de mélange.

Des travaux récents, dus à M. Plicque, jettent un nouveau jour sur cette importante question.

L'auteur a remarqué que la composition du silicate d'alumine et la soude qui représente à peu près complètement la composition de l'outremer est sensiblement la même que celle du silicate double préparé par M. Deville et étudié par M. Le Chatelier.

Il s'est appliqué à prendre ce silicate bien défini pour base de l'outremer ; on retrouve d'ailleurs de cette façon les proportions des mélanges de silice, alumine et soude usités dans certaines fabriques d'outremer.

On mélange en proportions équivalentes les solutions de silicate et d'aluminate de soude parfaitement pures. Il se forme un silico-aluminate de soude bien défini, dont la composition est la suivante :

Silice	44,6
Alumine	26,4
Soude	13,3
Eau	12,7
Total	97,0

Il est nécessaire de laver et de sécher rapidement à 120 degrés, car le silicate double, au moment de la précipitation, retient un excès de soude et d'eau non combinée.

Le silico-aluminate mêlé intimement avec 25 p. 100 de soufre et 2 p. 100 de résine, donne un outremer de très belle qualité quand on la chauffe pendant trente heures au rouge dans un creuset bien fermé.

M. Plicque a prouvé d'ailleurs que l'oxygène est absolument nécessaire à la production de l'outremer.

Chauffé pendant plusieurs jours à la température rouge, dans un courant de vapeurs de sulfure de carbone, le silico-aluminate a donné un produit blanc un peu jaunâtre.

A l'air humide, cette matière absorbe rapidement l'oxygène, devient bleuâtre et dégage de l'acide sulfhydrique.

Chauffé dans un courant d'acide sulfureux jusqu'à ce que le poids ne varie plus, la même matière se transforme en un bleu pur, assez foncé, sans mélange de violet, comme il arrive assez souvent pour les outremers du commerce.

Le bleu ainsi préparé, épuisé par l'eau distillée bouillante, possède la composition suivante :

Silice	46,810
Alumine	27,702
Soude	17,280
Soufre	5,217
Oxygène	2,991
Total	100,000

Ces recherches confirment les résultats obtenus par M. Ritter, en 1860, et consignés dans son ouvrage intitulé : *Sur l'outremer.*

Il a préparé un *outremer blanc* en chauffant de 900 à 950 degrés un mélange analogue à ceux qui servent à la fabrication de l'outremer ordinaire.

Le produit ainsi préparé contenait :

Silice	39,66
Alumine	31,17
Soude	14,75
Potasse	1,60
Monosulfure de sodium	8,09
Bisulfure de sodium	4,88
Sulfure de fer	0,11
	100,26

Les traces de sulfure de fer contenues dans ce produit ne pouvaient avoir aucune influence sur ses propriétés : de même que la petite quantité de potasse provenant de l'argile employée.

M. Ritter démontra que cet ontremer blanc ne contenait *aucun composé oxygéné du soufre.*

Mais quand on soumet le produit à l'action de l'air, sous l'influence de la chaleur, ou quand on le traite par le chlore, il y a formation d'outremer bleu.

De sorte qu'il paraît nécessaire qu'une partie du soufre passe à l'état de composé oxygéné.

M. Th. Morel a obtenu des *outremers de substitution* dans lesquels le soufre est remplacé par ses analogues, sélénium ou tellure. Soumis à des températures de plus en plus élevées, ces produits présentent les colorations suivantes, comparées à celles de l'outremer ordinaire :

OUTREMER SULFURÉ.	OUTREMER SÉLÉNIÉ.	OUTREMER TELLURÉ.
Brun.	Brun.	»
Vert.	»	Jaune.
Bleu.	Rouge-pourpre.	Vert.
Violet.	»	»
Rose.	Rose.	Gris.
Blanc.	Blanc.	Blanc.

Quelques-unes des nuances données par les nouveaux outremers sont assez vives.

De plus, M. Em. Guimet a obtenu toute une série d'outremers dans lesquels la soude est remplacée par la lithine, la chaux, la baryte, la magnésie, etc.

La plupart de ces composés sont incolores et présentent les réactions caractéristiques de l'outremer ordinaire : décomposition par les acides avec dégagement d'acides sulfhydrique et sulfureux et formation d'un dépôt de soufre.

En 1874, M. Unger avait obtenu un outremer vert en chauffant à l'ébullition l'outremer ordinaire avec une solution d'azotate d'argent.

M. Heumann réalise une décomposition plus complète, en chauffant les deux corps à 120 degrés dans un tube fermé ; il prépare ainsi un outremer jaune, dans lequel le sodium est remplacé par l'argent.

Ce qui vérifie complètement ce fait curieux, c'est que l'outremer argentique, chauffé avec divers chlorures à une température élevée, donne du chlorure d'argent et des outremers régénérés ; par exemple, le chlorure de sodium donne l'outremer ordinaire ; les chlorures de rubidium et de lithium, des outremers bleus ; le chlorure de baryum, un produit brun jaunâtre ; le chlorure de zinc donne du violet et le chlorure de magnésium du gris.

Ces expériences ont été entreprises, d'un côté, par M. Heumann, de l'autre, par MM. de Forcrand et Ballin.

Un fait fort remarquable, c'est que les chimistes en question ont obtenu *un produit bleu* par l'action du chlorure de potassium sur l'outremer argentique, tandis que toutes les fois qu'on remplace la soude par la potasse, dans la fabrication de l'outremer, on produit un composé incolore.

Dans un travail fort important, M. Ballin a obtenu des *outremers organiques*, contenant des radicaux alcooliques à la place du sodium. En traitant l'outremer éthylique par le chlorure de sodium, il a reproduit un composé bleu, identique avec l'outremer ordinaire.

Tout fait donc espérer qu'on arrivera bientôt à connaître la *constitution chimique* de l'outremer.

Quel que soit le procédé employé pour la fabrication de l'outremer, le produit prend successivement toute une série de colorations (fort bien étudiées par M. Em. Guimet) quand on chauffe au contact de l'air à des températures de plus en plus élevées.

Voici la série obtenue par M. Guimet :

Brun. — Vert. — Bleu. — Violet. — Rosé. — Blanc.

Cette étude permet d'expliquer les propriétés particulières de certains outremers commerciaux.

L'*outremer vert*, qui représente en quelque sorte le second degré de calcination, a été souvent fabriqué assez en grand et soumis à l'essai dans diverses industries (impression des tissus de coton, papiers peints). Il manque d'éclat et de solidité; il est détruit instantanément par les acides les plus faibles et la solution d'alun. Pour le changer en outremer bleu, il suffit de le faire bouillir avec une solution de sel ammoniac ou de le soumettre à l'action de l'oxygène ou du chlore.

L'*outremer bleu* (désigné d'ordinaire sous le nom de *bleu-bleu*) est doué du plus vif éclat et convient très bien pour la peinture d'art et les impressions. Il est assez sensible aux vapeurs acides et à la solution d'alun; pour cette raison, il n'est guère possible de l'employer pour l'azurage des papiers collés, attendu que la colle pour papier est formée d'un mélange d'alun, de fécule et de savon de résine, mais en quantité insuffisante pour saturer tout l'acide de l'alun. On pourrait, il est vrai, modifier la composition de cette colle, mais il n'est guère possible de décider les fabricants à changer leurs procédés.

L'*outremer violet* (plus exactement *bleu violet*) résiste beaucoup mieux que le précédent à l'action des acides; on l'emploie de préférence pour l'azurage des papiers, du linge, les apprêts des tissus et même pour l'azurage du sucre en pains, dont la teinte un peu jaunâtre est souvent masquée par une faible quantité d'outremer ajoutée au moment de la mise en forme. Pour tous ces usages, la nuance bleu violet (complémentaire du jaune orangé) convient mieux que la teinte bleu pur; le mélange des deux nuances se rapproche plus du blanc parfait.

L'*outremer rosé* manque d'éclat et d'intensité; il est sans usages.

A l'exposition de 1878 on a remarqué des outremers de couleurs spéciales, fabriqués par des procédés tenus secrets, du moins jusqu'à présent.

L'*outremer violet* a été obtenu par Guimet, dès 1840. Il a été produit en grand par la fabrique de Nuremberg, en 1873. Depuis cette époque, d'autres fabricants ont obtenu des résultats analogues : MM. Deschamps frères, en France; Botelheerge et Cie, en Belgique, etc. (*Exposition française de 1878, Rapport de M. Charles Lauth*).

Cette couleur est inférieure à l'outremer bleu, comme éclat et intensité, toutefois, elle paraît avoir de l'avenir. Elle résiste fort bien aux acides.

La transformation du bleu en violet peut se faire aisément (d'après M. Zeltner, de Nuremberg) en soumettant le vert ou le bleu d'outremer à l'action du chlore sec sous l'influence d'une température de 300 degrés, ou du chlore humide en chauffant seulement à 180 degrés, ou enfin en faisant bouillir pendant longtemps l'outremer vert ou bleu avec une solution de chlorhydrate ou d'azotate d'ammoniaque.

L'*outremer rouge* manque absolument d'intensité; mais comme il a beaucoup d'éclat et de fraîcheur de ton, il est possible que les fabricants réussissent à en faire un produit utilisable dans la pratique.

FABRICATION

D'après tous les travaux analytiques publiés sur l'outremer bleu, la composition des produits commerciaux est assez variable.

Elle est comprise entre les limites suivantes (sur 100 parties) :

Silice	36 à 38
Alumine	23 à 28
Soude	17 à 21
Soufre	4 à 13

(y compris le soufre simplement mélangé).

Ce qu'il y a de fort extraordinaire, c'est que le soufre et l'alumine (dont les proportions sont beaucoup moins constantes que celles de la silice et de la soude) varient constamment *en sens inverse l'un de l'autre;* si l'alumine augmente dans un outremer, le soufre diminue et réciproquement.

Il a été impossible jusqu'à présent d'expliquer ce fait singulier, d'ailleurs très bien constaté.

Quant à la nuance, elle devient plus foncée avec l'augmentation du soufre, accompagnée de la diminution de l'alumine. Ainsi 8 p. 100 de soufre et 25 d'alumine, donnent un bleu clair; avec 13 de soufre et 23 d'alumine, on a un bleu foncé.

Toutefois, un excès de soufre n'a plus d'action sur la production de la couleur; il reste dans la masse à l'état de sulfate ou bien il se dégage sous forme d'acide sulfureux.

Le plus difficile, c'est d'expliquer le rôle de l'oxygène dans la production de l'outremer.

L'action de l'oxygène est absolument nécessaire, ainsi que l'ont prouvé les travaux de MM. J.-B. et Em. Guimet; mais sous quelle forme la *portion utile* de l'oxygène se trouve-t-elle dans l'outremer? c'est ce qu'il est impossible de décider *quant à présent.*

On a dit souvent que les outremers bleu violet contiennent un excès de silice; c'est une erreur.

Pour les fabriquer, on ajoute au kaolin du quartz réduit en poudre impalpable, par conséquent un excès de silice; mais, *dans le produit terminé,* il ne reste pas plus de silice que dans les outremers ordinaires.

La plupart des procédés reposent sur la calcination en vases clos, à la température du rouge cerise, d'un mélange de matières premières bien choisies.

On opère dans des moufles de terre réfractaire, disposés dans des fours analogues aux fours qui servent à la fabrication du gaz, ou dans des creusets empilés les uns sur les autres, disposés dans un four chauffé par quatre *alandiers,* comme les fours à porcelaine et à faïence fine.

D'après ce mode de cuisson, il est clair que l'oxygène de l'air n'est pas complètement exclu, car la terre des moufles et creusets laisse pénétrer l'air assez facilement.

Il en résulte qu'au défournement on obtient souvent de l'outremer presque entièrement bleu, avec des veines vertes dans l'intérieur, ce qui est sans inconvénient, car l'outremer est toujours lavé, puis calciné légèrement au-dessous du rouge dans un four à réverbère. Le produit doit être étalé en couche épaisse seulement de deux ou trois centimètres et constamment remué pendant qu'il subit l'action de l'air et de la chaleur.

C'est seulement ainsi que la couleur peut prendre un *feu* tout à fait spécial.

Cette dernière opération est suivie d'un lavage à *fond*, avec de l'eau bien exempte de sel calcaire, puis d'un broyage à l'eau entre deux meules horizontales.

Dans tous les procédés de fabrication, on passe donc, plus ou moins explicitement, de l'outremer vert à l'outremer bleu.

M. Plicque a étudié avec beaucoup de soin cette transformation ; il a constaté que l'outremer vert se change en bleu sur la simple action de l'eau pure à 160° (sous pression). D'après lui, la perte de poids est insignifiante (0,36 p. 100). Il admet (ce qui paraît assez vraisemblable), que l'outremer vert ne diffère du bleu que par une faible quantité de sulfure de sodium qui est enlevée par l'eau ou détruite par les corps oxydants (chlore, acide, chlorate de potasse, etc.) aussi bien que par l'oxygène de l'air sous l'action de la chaleur.

Toutefois les analyses suivantes constatent des différences fort notables entre la composition des outremers vert, bleu et violet :

	O. vert.	O. bleu.	O. violet.
Silice	38,494	41,058	43,801
Alumine	33,152	26,078	23,850
Soude	14,135	13,597	14,975
Potasse	0,506	»	»
Acide sulfurique	0,731	1,250	2,193
— sulfureux	0,427	0,883	1,669
— hyposulfureux	»	0,703	3,805
Monosulfure de sodium	9,063	7,452	2,841
Soufre libre	4,491	8,977	6,964
Totaux	99,999	99,998	100,098

(MM. E. Dollfus et Goppelsrœder.)

Il est admis, par le plus grand nombre des fabricants, que, pour obtenir les bleus-bleus, il est nécessaire de passer par la production de l'outremer vert suivie d'une calcination ménagée à l'air libre. C'est ainsi que J.-B. Guimet a procédé tout d'abord. On croyait qu'il était nécessaire d'ajouter du soufre avant la calcination, mais la pratique a démontré l'inutilité de cette addition.

Au contraire, les bleus violets peuvent s'obtenir à l'aide d'une seule calcination, par conséquent avec moins de frais. Il en est de même des outremers rosés.

Voici quelques exemples de composition de mélanges employés pour produire l'outremer :

	(1)	(2)	(3)	(4)
Kaolin	37,0	37,5	37,0	31,0
Carbonate de soude sec	22,0	21,0	33,0	28,0
Sulfate de soude sec	15,0	14,0	»	»
Soufre	18,0	18,5	22,0	35,0
Charbon	8,0	9,0	4,0	3,0
Colophane	»	»	4,0	3,0
	100,0	100,0	100,0	100,0

Les mélanges (1) et (2) sont très voisins. Les deux derniers en diffèrent très notablement, et, de plus, sont assez dissemblables entre eux, aussi bien pour le soufre que pour les autres éléments.

Nous allons maintenant passer en revue les principaux procédés en tâchant de les classer par ordre d'importance.

Certains procédés sont abandonnés depuis longtemps et ne présentent plus qu'un *intérêt historique*.

M. de Tiremon avait trouvé fort avantageux d'ajouter du sulfure d'arsénic aux mélanges pour outremer.

Il prenait :

Argile crue de Dreux	100
Alumine en gelée (représentant alumine anhydre)	7
Carbonate de soude sec	400
(Ou cristaux de soude)	1,075
Fleur de soufre	221
Sulfure d'arsenic	5

Le mélange devait être aussi intime que possible. On le desséchait d'abord dans un creuset puis on le portait au rouge en chauffant lentement de manière à ne pas agglutiner le produit.

La matière verdâtre ainsi obtenue était broyée, lavée, puis calcinée à l'air avec précaution pour la transformer en bleu.

Le procédé Tiremon rentre donc tout à fait dans les méthodes ordinaires. Seulement, il faut bien se garder d'introduire dans une couleur inoffensive de l'arsenic sous une forme quelconque et même en quantité fort minime.

En effet, certains pays (la Suède, par exemple) ont absolument prohibé l'entrée des produits étrangers contenant des matières arsenicales.

Tout récemment, un fabricant de papiers peints de Paris s'est vu refuser, à l'entrée en Suède, tout un lot de papiers contenant, disait-on, de l'arsenic. Or, ces papiers n'avaient pas été fabriqués avec des couleurs arsenicales, mais seulement avec des *ocres naturelles*, dont quelques-unes contiennent des traces d'arsenic (absolument sans danger).

Il serait donc absurde d'introduire des traces d'arsenic dans une couleur qui n'en contient pas nécessairement.

PROCÉDÉS FONDÉS SUR L'EMPLOI DU KAOLIN
(TERRE A PORCELAINE).

Ces procédés sont devenus les plus importants ; ce sont les seuls qui permettent d'obtenir l'outremer à très bon marché (sortes communes pour papiers peints, azurage des papiers et tissus, peinture en bâtiment, etc).

On peut les subdiviser de la manière suivante :

a.— Kaolin, carbonate de soude, soufre et charbon.

Le carbonate de soude est pris sous la forme de *cristaux de soude*, qu'on dessèche complètement de manière à enlever toute l'eau.

Le kaolin est chauffé au rouge sombre; il doit être aussi exempt de fer que possible.

Le soufre n'est autre que le soufre en canons du commerce : il est finement pulvérisé, ainsi que chacune des deux autres matières.

Le charbon est pris sous la forme de charbon de bois de hêtre. On mélange les quatre poudres dans une tonne tournante avec des boulets.

Les proportions sont telles que le soufre est en excès relativement à la quantité de soufre contenue dans les outremers de bonne qualité. Il y a toujours, en effet, une partie du soufre qui se dégage à l'état d'acide sulfureux.

Voici une formule qui donne de bons résultats ; elle se rapproche de la formule n° 4 donnée plus haut :

Kaolin	30
Sel de soude à 80°	30
Soufre en canons	35 à 40
Poussier de charbon	5 à 10

Le sel de soude peut être remplacé avantageusement par une quantité équivalente de cristaux de soude.

On peut supprimer le charbon, sans grand inconvénient. On croit que le charbon sert à maintenir la porosité de la masse, et, probablement aussi, à empêcher l'action trop oxydante de l'air.

Le mélange, parfaitement homogène, est introduit dans de grands moufles de terre réfractaire, chauffés comme les *cornues* d'un four à gaz. On élève très lentement la température, de sorte qu'on met vingt-quatre heures à atteindre le rouge cerise. Cette température est maintenue aussi exactement que possible pendant vingt-quatre heures. On ferme tous les orifices du four avec des plaques de terre lutées avec de l'argile, et on laisse refroidir pendant huit jours.

La masse retirée des moufles est d'un bleu vif, très légèrement agglomérée ; elle présente quelques parties verdâtres, surtout à l'intérieur.

On la broie finement avec de l'eau et on la soumet à un lavage complet.

Puis la matière est légèrement calcinée sur la sole d'un four à réverbère, en ayant soin de la remuer constamment.

Tel est le procédé fort simple que nous avons vu fonctionner, en 1862, dans la célèbre fabrique de papiers peints de Rixheim, près Mulhouse (chez M. Zuber et C[ie]). Ces habiles fabricants nous ont déclaré n'avoir aucun *tour de main* spécial ; ils fabriquaient aussi dans des creusets et ils produisaient un outremer de qualité moyenne très convenable pour les papiers peints.

Le *procédé Fürstenau* ressemble beaucoup au précédent.

On emploie un mélange de composition très voisine :

Kaolin	33
Sel de soude à 95° (desséché)	30
Soufre en canons	33
Charbon de pin	2
Colophane	2
Total	100

Dans ce mélange, la colophane joue un rôle analogue à celui du charbon ; on l'ajoute, en dernier lieu, dans les tonnes à boulets, lorsque les autres matières sont déjà parfaitement mêlées.

La calcination s'opère dans des caisses formées de plaques d'argile réfractaire, assemblées à feuillures et lutées avec de l'argile. Chacune de ces caisses peut contenir 300 à 350 kilogrammes de mélange.

On porte, *aussi rapidement que possible*, la température du four au degré convenable pour fondre un alliage à parties égales d'or et d'argent. Cette température est maintenue pendant cinq à six heures.

On peut suivre d'ailleurs la marche de l'opération en prenant de temps en temps des échantillons dans la masse au moyen d'un tube de terre réfractaire adapté à l'une des parois des caisses et prolongé jusqu'en dehors du four.

Le refroidissement dure vingt-quatre heures.

La masse vert bleuâtre est lavée à fond et broyée sous des meules, avec de l'eau, puis séchée et chauffée dans des caisses de fonte à la chaleur perdue des fours. La température ne dépasse point 400 degrés.

Ce procédé ressemble, comme on voit, à la calcination de l'oxyde de plomb (massicot) pour la production du minium.

Il paraît, d'après cela, que la présence de l'air n'est pas indispensable pour la seconde calcination de l'outremer; car les caisses de fonte sont exactement fermées par des couvercles de même matière.

b. — Kaolin, sulfate de soude, soufre et charbon.

1° *Procédé Prückner.*

Ce qui distingue surtout cette méthode employée par M. Prückner, fabricant à Hof, en Bavière, c'est que l'on commence par fabriquer séparément le sulfure de sodium.

Le sulfate de soude des fabriques (provenant de l'action de l'acide sulfurique sur le chlorure de sodium) est d'abord calciné au rouge pour le débarrasser de tout excès d'acide, puis fondu.

Le sulfate anhydre est broyé dans une tonne à boulets avec le tiers de son poids de charbon de bois et le dixième de chaux éteinte. Le mélange est fortement calciné dans un four à réverbère sous une couche bien tassée de quelques centimètres de chaux en poudre; au moment de la fusion, on brasse fortement après addition d'un peu de charbon en poudre. Le produit est coulé dans des moules de fonte; c'est un mélange de monosulfure de sodium et de charbon en excès.

On le traite ensuite par l'eau bouillante; on ajoute assez de soufre pour former du bisulfure de sodium; la solution est clarifiée par dépôt et conservée à l'abri de l'air.

Le kaolin est d'abord bien purifié par lévigation. A Nuremberg, on emploie une argile blanche différente du kaolin, mais qui doit être purifiée et parfaitement exempte de fer.

L'argile humide est mélangée dans une chaudière de fonte avec la solution de bisulfure de sodium. On ajoute ensuite par petites portions une solution de sulfate de fer cristallisé qui ne doit pas contenir trace de cuivre. La proportion du sulfate de fer est très faible : 1/83 environ du poids de l'argile.

Le mélange devient vert jaunâtre par suite de la formation d'un sulfure double

de fer et de sodium; on l'évapore à sec et on le réduit aussitôt en poudre fine.

Comment se fait-il que la présence du fer dans l'outremer soit reconnue nuisible et qu'on ajoute du fer à l'état de sulfate? Il est difficile d'expliquer cette contradiction; cependant, il est permis de croire que le fer n'étant pas sous la même forme, dans ces deux cas, peut très bien ne pas jouer le même rôle.

C'est ainsi que nous avons pu constater que des terres argilo-siliceuses de couleur rougeâtre peuvent contenir de l'oxyde de fer sous deux formes différentes; quand l'oxyde est libre, il noircit par l'acide sulfhydrique en solution aqueuse; ce qui n'arrive pas quand il est à l'état de combinaison.

L'argile imprégnée de bisulfure de sodium est calcinée dans des moufles où l'air doit se renouveler. La masse doit occuper une couche épaisse de 8 à 10 centimètres seulement, qu'on remue de temps en temps avec un ringard.

La calcination se fait au rouge naissant et ne doit pas durer plus de trois quarts d'heure.

On termine par un broyage à l'eau suivi d'un lavage complet.

2° *Procédé Winterfeld.*

Cette méthode est fort analogue à la précédente; l'auteur prépare d'abord du sulfure de sodium, non plus avec du sulfate de soude, mais avec du carbonate de soude et du soufre. Il ajoute aussi une petite quantité de sulfate de fer; voici d'ailleurs les proportions indiquées par M. Winterfeld :

Carbonate de soude (en dissolution dans l'eau bouillante) sec.	200	parties.
Soufre en poudre	100	—
Sulfate de fer	4	—
Argile purifiée (en poudre)	100	—

On évapore à sec, on pulvérise et on calcine le mélange dans des creusets.

La masse est agitée de temps en temps avec une tige de fer. Au bout de quatre heures de calcination, la masse commence à s'affaisser; elle paraît d'un bleu noir et, quand elle est refroidie, d'un beau vert. Ce refroidissement doit se faire à l'abri de l'air extérieur.

Dans le produit concassé on rejette les morceaux de couleur terne; on lave le reste à l'eau bouillante, ce qui suffit, d'après l'auteur, pour faire passer la teinte du vert au bleu pur.

3° *Procédé Habich.*

Dans cette méthode, le sulfure de sodium n'est pas produit séparément; ce qui introduit une grande simplification.

L'argile blanche de Worms (connue sous le nom de *lenzine* ou *lenzinite*) est d'abord purifiée avec le plus grand soin par lévigation; elle est ensuite séchée et réduite à l'état de poudre impalpable. On fait alors un mélange intime de :

Argile en poudre.	10	kilogrammes.
Sulfate de soude anhydre (bien exempt de fer) . .	22	—
Soufre . . . . , ...	3	—
Colophane	3,5	—

Le mélange est fortement tassé dans des creusets qu'on maintient pendant trois jours au rouge cerise. Après refroidissement complet, les creusets sont brisés, la matière agglomérée et presque fondue est grossièrement pulvérisée.

La poudre est alors calcinée dans un four à réverbère tant qu'elle dégage de l'acide sulfureux.

On la traite par l'eau, de manière à enlever le sulfate de soude en excès qu'on peut retirer par évaporation et employer à nouveau.

Le résidu finement broyé à l'eau est soumis à un lavage complet. Il présente une couleur d'un vert bleuâtre pâle.

On termine enfin par une calcination au rouge dans un cylindre de fonte disposé horizontalement dans un four. On projette du soufre à deux fois différentes, en même temps qu'on laisse pénétrer un peu d'air. Il se forme ainsi de l'acide sulfureux, de sorte que cette opération revient à calciner l'outremer vert dans un courant d'acide sulfureux. Le matière est remuée régulièrement par un agitateur mécanique à palettes. A la fin de l'opération, on laisse libre accès à l'air et on s'arrête quand la couleur a pris son maximum d'éclat et d'intensité.

c. — Kaolin, sulfate de soude, carbonate de soude, soufre et charbon.

Ce mélange paraît être actuellement le plus en usage dans les grandes fabriques.

Procédés Gentele.

Comme fabricant d'outremer, M. Gentele, qui est en même temps un habile chimiste, a comparé les différents procédés et y a intoduit de notables perfectionnements. Il a publié les résultats de ses recherches.

Il regarde comme à peu près indifférent de faire usage du sulfate ou du carbonate de soude, ou d'un mélange des deux.

Quand on emploie le sulfate, il est nécessaire d'ajouter du charbon ou de la colophane de manière à réduire le sulfate à l'état de sulfure. Comme le sulfate est à très bas prix, l'usage de ce sel introduit une certaine économie.

Si l'on se sert du carbonate, on peut, sans inconvénient, diminuer ou même supprimer le charbon ; mais il est nécessaire d'augmenter le soufre de façon à transformer tout le sodium en bisulfure.

Voici trois dosages donnés par M. Gentele et suivis dans diverses fabrications :

	(1)	(2)	(3)
Kaolin anhydre.	100	100	100
Sulfate de soude anhydre. . .	80 à 100	»	41
Carbonate de soude anhydre.	»	100	41
Charbon en poudre.	17	12	17
Soufre	»	60	13

Le kaolin peut être remplacé par une autre argile blanche, non ferrugineuse. Mais le kaolin se trouve à vil prix dans le commerce, tout préparé pour les fabricants de porcelaine; de sorte qu'il est facile d'acheter du kaolin (*argileux*,

non mêlé de feldspath) et de le chauffer légèrement au rouge sombre, ce qui le rend facile à pulvériser.

Le sulfate et le carbonate de soude sont aussi préparés à l'état de pureté dans toutes les grandes fabriques de produits chimiques.

Il est indifférent d'employer telle ou telle variété de charbon ou même de houille, pourvu que le charbon ne soit pas mêlé de matières étrangères, et que la houille ne laisse pas trop de cendres ferrugineuses.

Pour obtenir un mélange intime de matières indiquées ci-dessus, on peut procéder de deux manières différentes :

1° Les matières anhydres sont broyées séparément à l'aide de tonnes à boulets, puis réunies dans une même tonne à mélanger. C'est ainsi que procèdent la plupart des fabricants.

2° L'argile humide est mêlée avec le sulfate et le carbonate de soude en dissolution; on ajoute le soufre et le charbon pulvérisés à part; le tout est broyé de manière à donner une pâte bien homogène, qu'on dessèche rapidement.

Cette méthode peut paraître plus économique, mais elle est moins sûre; pendant la dessiccation, les sels sont entraînés par capillarité à la surface du mélange qui n'est jamais bien homogène, même quand on dessèche en très peu de temps.

Une partie du sulfate ou du carbonate de soude peut d'ailleurs être remplacée par du sulfure de sodium provenant des eaux de lavage des produits fabriqués.

Quand on opère à sec, les eaux sont évaporées et le résidu est introduit dans le mélange d'après les proportions suivantes : 80 kilogrammes de sulfure de sodium sec remplacent 100 kilogrammes de carbonate de soude anhydre; 60 kilogrammes du même produit peuvent être substitués à 100 kilogrammes de sulfate de soude bien exempt d'eau.

Dans les fabriques où le mélange se fait en présence de l'eau, on ajoute la solution de sulfure de sodium simplement concentrée et titrée seulement d'après le sodium qu'elle contient et non pas au point de vue du soufre; car ce dernier élément se trouve toujours en excès dans les mélanges.

M. Gentele préfère la cuisson en creusets à la cuisson en moufles.

On peut employer des creusets de forme conique comme ceux des laboratoires; ils sont fermés par des couvercles portant une dépression dans laquelle vient se loger le pied du creuset placé au-dessus.

Les creusets sont ainsi empilés dans le four en colonnes serrées les unes contre les autres. A cause de la forme conique, la flamme circule facilement entre les colonnes et la température est très régulière.

On remplace souvent les creusets par des pots de forme cylindrique et surbaissée (15 centimètres de diamètre pour 8 à 10 centimètres de hauteur). Ces pots sont entassés les uns sur les autres, comme les *gazettes* qui servent à cuire la porcelaine; chaque pot sert ainsi de couvercle à celui qui est situé au-dessus; le dernier seul porte un couvercle bien ajusté.

Les colonnes doivent laisser entre elles un certain intervalle pour le passage de la flamme; on les soutient par un certain nombre de petits *arcs-boutants* de terre cuite fixés entre les colonnes voisines ainsi qu'entre les colonnes et les parois du four, à l'aide d'un peu d'argile en pâte. C'est d'ailleurs ainsi qu'on

procède dans les fabriques de porcelaine pour empêcher les *files* de gazettes de tomber les unes sur les autres.

La terre employée pour les creusets ou les pots doit être de l'argile réfractaire *très amaigrie* par un mélange de *ciment* (argile cuite ou tessons bien pulvérisés).

La forme du four à porcelaine est très convenable; cependant, les fabricants d'outremer préfèrent un système de quatre fours accolés munis chacun d'un seul foyer. Les flammes et gaz chauds qui sortent des fours sont employés à évaporer les solutions ou à dessécher les matières premières.

Lorsque les opérations ont été bien conduites, la masse calcinée doit être d'un vert bleuâtre uniforme.

Il arrive quelquefois que certains creusets se fendent; le produit devient bleu dans les parties voisines de ces fentes, par suite de l'action de l'air; mais c'est un accident sans importance.

Comme dans tous les autres procédés, la température doit être maintenue régulièrement au rouge clair, ce qui correspond à la fusion d'un mélange à parties égales d'or et d'argent.

Le refroidissement doit se faire bien complètement à l'abri de l'air, comme quand il s'agit de la cuisson des poteries.

Les pots ou creusets sont plongés dans l'eau pure ou dans les eaux faibles provenant des lavages précédents. La matière bien désagrégée est broyée à l'eau et soumise à un lavage complet.

L'outremer vert ainsi obtenu est soumis à la calcination à l'air, avec ou sans addition de soufre.

Dans les fabriques françaises on opère dans des moufles de terre cuite très surbaissés où la matière, étalée en couche mince, est remuée au ringard.

En Allemagne, on préfère les cylindres de fonte, avec agitateurs mécaniques à palettes, dont nous avons déjà parlé; on ajoute du soufre pendant la calcination par des ouvertures spéciales. L'opération est répétée jusqu'à ce que la couleur ne change plus de ton.

Le principal avantage de ce mode de calcination paraît consister dans une économie de main-d'œuvre, car la matière peut être introduite en couche plus épaisse et l'ouvrier ne se fatigue pas à manœuvrer le ringard.

d. — Procédés divers.

Nous réunissons sous ce titre, les procédés qui ne présentent plus qu'un intérêt historique ou qui ne paraissent pas susceptibles d'être appliqués en grand avec économie. Toutefois, ces méthodes sont intéressantes à passer en revue sous le rapport théorique; en effet, rien n'est à négliger de ce qui peut éclairer la constitution de l'outremer.

1° *Procédé Gmelin.*

C'est le premier procédé qui ait été livré à la publicité, en 1828. Il représente le point de départ des nombreux travaux entrepris sur l'outremer par les chimistes et les fabricants.

On prépare de la silice gélatineuse en précipitant par l'acide chlorhydrique une solution d'un silicate alcalin, par exemple de silicate de soude. Il faut avoir soin de ne pas ajouter un excès d'acide qui dissoudrait la silice : le précipité doit être bien lavé à l'eau bouillante, puis dissous, en quantité aussi grande que possible, dans une solution chaude de soude caustique.

Cette préparation revient à celle du silicate de soude saturé de silice qu'on trouve actuellement dans le commerce des produits chimiques; car on le fabrique en grand pour les impressions sur tissus de coton.

On précipite une solution d'alun par l'ammoniaque, de manière à obtenir de l'alumine en gelée qu'on lave à l'eau bouillante.

Cette matière est intimement mêlée avec la solution de silicate de soude; on évapore en remuant sans cesse, de manière à obtenir une poudre légèrement humide.

D'autre part, on fait fondre dans un creuset de Hesse, bien fermé, un mélange intime de deux parties de soufre et une partie de carbonate de soude anhydre.

Lorsque la masse est en pleine fusion, on ajoute, par petites portions et en agitant constamment, le mélange d'alumine et de silicate de soude.

On maintient pendant une heure à la température du rouge moyen.

La masse refroidie est épuisée par l'eau qui enlève le sulfure de sodium en excès. Il y a déjà formation d'une certaine quantité d'outremer; la poudre du lavage est bleue, mais il peut arriver qu'elle soit grise ou presque incolore. Dans ce cas, on la calcine légèrement à l'air avec un excès de soufre.

2° *Procédé Brunner.*

Un chimiste fort habile, C. Brunner, a publié sur l'outremer un travail très complet; bien que la méthode indiquée par lui ne soit pas du tout industrielle, plus d'un fabricant en a tiré de précieuses indications.

Brunner employait comme silice, un sable de Lengnau (environs de Berne), présentant la composition suivante :

Silice	94,25
Alumine	3,03
Chaux	1,61
Oxyde de fer	0,94
Perte	0,17
Total	100,00

Par des expériences très exactes, il a constaté que la chaux n'a aucune influence sur la production de l'outremer même quand la proportion s'élève à 8 ou 10 p. 100, et que la présence du fer en petite quantité n'est pas nuisible.

Le sable était broyé avec le plus grand soin, de manière à obtenir une poudre absolument impalpable qu'on mêlait très intimement avec de l'alun calciné, du soufre, du carbonate de soude et du charbon. Le mélange était calciné au rouge : puis lavé et calciné de nouveau avec du soufre et du carbonate de soude. On terminait par une calcination avec du soufre seul et un dernier lavage.

BLEU DE PRUSSE

HISTORIQUE

La découverte du bleu de Prusse est assez moderne; elle remonte à 1710 (on cite souvent, par erreur, 1715 et même 1720).

L'historique de cette découverte est un exemple des plus remarquables qu'on puisse citer pour mettre en évidence l'influence du hasard sur les progrès des sciences et de l'industrie; à la condition toutefois que les faits observés fortuitement soient étudiés et exploités par des savants et des industriels habiles.

En 1710, Diesbach, fabricant de couleurs à Berlin, préparait de la laque de cochenille. Il prit une solution d'alun (qui était un peu ferrugineuse) et y ajouta du carbonate de potasse pour saturer une partie de l'acide. En ajoutant la décoction de cochenille et faisant chauffer, il se forme en pareil cas un précipité rouge (sulfate d'alumine basique retenant la matière colorante de la cochenille).

Mais en saturant l'alun par le carbonate de potasse, Diesbach obtint un beau précipité bleu ; c'était le *bleu de Prusse.*

Il fit part de ce fait extraordinaire à Dippel, qui lui avait vendu la potasse dont il s'était servi.

Dippel préparait souvent *l'huile animale*, qui porte son nom, en distillant des os et d'autres matières animales avec de la potasse.

Il dit au fabricant de couleurs que la potasse en question avait été retirée d'un résidu de préparation d'huile animale; elle renfermait donc du *ferrocyanure de potassium*, composé dont Dippel et Diesbach ne pouvaient soupçonner l'existence.

En associant leurs efforts, ils réussirent à produire à volonté la matière bleue, et à garder le procédé secret jusqu'en 1724, époque à laquelle Woodward, chimiste anglais, le révéla au public.

La découverte du bleu de Prusse fait époque dans la science et dans l'industrie.

D'innombrables composés chimiques ont pris naissance à la suite de cette heureuse trouvaille ; on rattacha le bleu de Prusse à l'acide prussique; le cyanogène, les ferro et ferricyanures furent découverts ou étudiés par Gay-Lussac, Gmelin, etc. Non seulement les dérivés cyanurés devinrent indispensables à la teinture; mais la dorure et l'argenture électrique, la photographie, etc., en firent largement usage. Enfin, ces mêmes dérivés, entre les mains d'habiles chimistes, ont permis de préparer un nombre immense de composés organiques dont quelques-uns ont reçu d'importantes applications.

PROPRIÉTÉS

Le bleu de Prusse, bien préparé et purifié par une digestion prolongée avec

l'acide sulfurique ou chlorhydrique étendu, est un composé chimique *bien défini*, autrement dit une *espèce chimique* distincte de toutes les autres.

C'est un cyanure de fer intermédiaire qu'on peut regarder comme une combinaison de protocyanure et de sesquicyanure :

$$Fe^7 Cy^9 = 3Fe Cy, 2Fe^2Cy^3 \ (Cy = C^2Az).$$

Il contient en outre 9 équivalents d'eau qu'on ne peut lui enlever sans le décomposer. Cette quantité d'eau dépend du sel de fer employé pour la préparation.

Voici la formule qui représente la réaction :

$$\underbrace{3K^2Cy^3Fe}_{\text{Ferrocyanure de potassium.}} + \underbrace{2Fe^2Cl^3}_{\text{Perchlorure de fer.}} = \underbrace{Fe^7Cy^9}_{\text{Bleu de Prusse.}} + \underbrace{6KCl.}_{\text{Chlorure de potassium.}}$$

Avec un sel de peroxyde de fer la réaction serait tout à fait analogue :

$$3K^2Cy^3Fe + 2\ (3SO^3,\ Fe^2O^3) = Fe^7Cy^9 + 6(SO^3,KO).$$

Le bleu de Prusse est un corps d'un bleu foncé, presque noir quand il est en masse desséchée; il présente des reflets cuivrés, à la manière de l'indigo.

Le corps est transparent, il offre sous ce rapport des ressources précieuses pour la peinture des verres de lanternes magiques ou des appareils de projection.

Il paraît bleu à la lumière solaire et à la lumière électrique. A la lueur du gaz ou des bougies il prend une teinte verdâtre.

Le bleu de Prusse est doué d'un pouvoir colorant vraiment extraordinaire : à poids égal il colore dix fois plus que le plus bel outremer.

La céruse, mêlée d'un quatre-vingt-dixième de bleu de Prusse, donne un bleu de ciel très franc, tirant un peu sur le vert, comme on l'observe souvent sur le ciel.

Pour azurer le blanc de plomb un deux-centième de bleu de Prusse suffit largement.

Le bleu de Prusse porte jusqu'à vingt fois son poids de jaune de chrome en donnant des verts qui varient du vert bleu foncé au vert franc.

On emploie le bleu de Prusse à l'eau, à la gomme ou à la colle aussi bien qu'à l'huile. Le bleu de Prusse pur, broyé à l'huile, peut être employé comme noir, sous une épaisseur suffisante; le noir ainsi obtenu est supérieur à tous les autres pour la profondeur et l'éclat. On sait d'ailleurs que le bleu de Prusse broyé à l'huile possède la singulière propriété de *graisser* l'huile; la matière se racornit, devient dure, élastique et presque impossible à employer.

Le bleu de Prusse est facilement décomposé par les alcalis caustiques et même carbonatés, par la chaux vive, etc. Aussi les tissus teints ou imprimés en bleu de Prusse ne résistent pas au savonnage à chaud et encore moins au lessivage.

De plus, le bleu de Prusse se détruit par l'action prolongée de la lumière.

On a observé depuis longtemps un phénomène très singulier à propos de ce genre de décomposition.

Une étoffe de soie teinte en bleu de Prusse (bleu Raymond, bleu Marie-Louise) se décolore presque complètement quand on l'expose pendant longtemps à la lumière directe du soleil.

Mais elle reprend sa couleur, presque sans altération, quand on la conserve durant quelques semaines dans l'obscurité.

Ce fait curieux peut s'expliquer de la manière suivante, d'après les expériences de M. Chevreul :

Sous l'influence de la lumière solaire, le bleu de Prusse perd du cyanogène et se décolore.

Dans l'obscurité et par l'action de l'oxygène de l'air, ce produit se transforme en *bleu de Prusse basique* (combinaison de bleu de Prusse et d'oxyde de fer).

En résumé, le bleu de Prusse est une couleur qui manque de solidité et qui ne peut être employée que pour des peintures communes, des papiers peints ou des tissus de peu de valeur.

Les peintres artistes devraient renoncer à l'emploi de ce produit. Bien loin de là, ils abusent du bleu de Prusse sur toutes formes, à cause de la beauté et de la *chaleur* des tons qu'ils obtiennent : bleus de toute nuance, verts (en ajoutant des jaunes), bruns verdâtres (avec des ocres), etc. Aussi les tableaux modernes perdent rapidement leurs plus beaux effets de couleur, surtout quand on les laisse exposés aux rayons directs du soleil.

Au point de vue chimique, le bleu de Prusse est un corps extrêmement curieux; c'est, comme nous l'avons dit, un cyanure double, qui représente (à peu près) un *ferrocyanure de fer*; comme les ferrocyanures des métaux non toxiques (potassium, sodium, fer, etc.), ne sont pas vénéneux, *le bleu de Prusse n'est pas un poison.*

C'est ce que l'expérience vérifie complètement.

Il est nécessaire d'insister sur ce point; car beaucoup de personnes s'imaginent que le bleu de Prusse est vénéneux, par analogie avec l'acide prussique (cyanhydrique) et le cyanure de potassium, qui sont des poisons redoutables.

Quel que soit le procédé de préparation, le bleu de Prusse est toujours amorphe. Il a été impossible jusqu'à présent de l'obtenir à l'état cristallisé; et il en est de même d'autres ferrocyanures insolubles (ferrocyanure de cuivre, etc.)

Le bleu de Prusse est insoluble dans tous les dissolvants ordinaires (eau, alcool, éthers, etc.); mais il se dissout dans une solution d'acide oxalique, surtout quand le bleu a été purifié par l'action prolongée des acides. En saturant exactement cette solution par une base, le bleu de Prusse se dépose à l'état amorphe, sans altération. Si la saturation de l'acide se fait très lentement, par exemple à l'aide d'un morceau de carbonate de chaux qu'on y laisse plongé, l'oxalate de chaux se dépose en très petits cristaux, mais le bleu de Prusse est toujours en flocons amorphes.

La solution de bleu de Prusse dans l'acide oxalique (après addition de gomme) était fort employée comme encre bleue : mais cette encre attaque fortement les plumes métalliques et même le papier; elle laisse des traces blanches à l'envers des papiers azurés au bleu d'outremer, enfin elle est vénéneuse comme l'acide oxalique lui-même. Aussi cette encre est à peu près abandonnée aujourd'hui.

Dans un travail tout récent, nous avons constaté que le bleu de Prusse est soluble dans une solution alcoolique d'acide ferrocyanhydrique qu'il colore en bleu très foncé.

Le bleu de Prusse est soluble dans une solution de *tartrate d'ammoniaque*, qu'il colore en violet.

Étendus et bouillants, les acides n'altèrent pas le bleu de Prusse ; même ils lui enlèvent l'excès d'oxyde de fer qu'il renferme presque toujours. Mais l'acide sulfurique concentré l'altère profondément et le change en une masse blanche pareille à de l'empois d'amidon, mais qui redevient bleue par l'action prolongée de l'eau.

Soumis à l'action de la chaleur, le bleu de Prusse se décompose complètement en laissant dégager du cyanogène et des produits cyanurés ; le résidu consiste en un mélange de charbon et d'oxyde de fer. Si l'on a chauffé très modérément, une partie du bleu de Prusse a résisté à la décomposition ; le mélange, broyé finement, donne une sorte de brun foncé un peu verdâtre qu'on a employé quelquefois en peinture.

Quand on verse du ferrocyanure de potassium dans de l'alun, on obtient un précipité blanc qui ressemble à de l'alumine en gelée, mais dont la composition est toute différente. C'est un composé analogue au bleu de Prusse, dans lequel l'aluminium remplace une partie du fer ; il a pour formule :

$3FeCy, 2Al^2Cy^3$ correspondant au bleu de Prusse $3FeCy, 2Fe^2Cy^3 = Fe^7Cy^9$.

Avec les sels de chrome, on aurait probablement un composé analogue.

FABRICATION

Autrefois les fabricants de bleu de Prusse commençaient par preparer du *ferrocyanure de potassium* (*cyanoferrure de potassium*, *prussiate de potasse et de fer*, *prussiate ferruré de potasse*). Le plus souvent ce sel est désigné dans l'industrie sous le nom de *prussiate jaune* ; c'est un produit qui est consommé en quantités énormes pour la teinture et l'impression des tissus. Il est fabriqué dans des usines spéciales, de sorte que la préparation du bleu de Prusse est devenue fort simple : elle se réduit à précipiter une solution de prussiate jaune par une solution d'un sel de fer, dans les conditions les plus convenables.

Voici quelques-uns des procédés les plus connus : pour les apprécier exactement, il est nécessaire de savoir que, pour la plupart des usages de la peinture on ne pourrait guère employer le bleu de Prusse pur ; le mélange avec un composé d'alumine au moment de la précipitation paraît améliorer le produit. Les bleus de Prusse du commerce contiennent donc des matières étrangères qni ne sont pas toujours ajoutées dans un but de fraude.

Quand on précipite un sel de peroxyde de fer par du ferrocyanure de potassium, on obtient un précipité bleu foncé qui paraît d'une fort belle couleur, mais qui serait de qualité inférieure, au point de vue commercial.

Jusqu'à présent, on n'a pu obtenir du bleu de Prusse de belle qualité qu'en précipitant par le ferrocyanure une solution de sulfate de protoxyde de fer (*vitriol vert* ou *couperose verte*).

Il se forme un précipité blanc. L'eau mère contient du sulfate de potasse, qu'on peut retirer par évaporation.

Le précipité, lavé seulement une ou deux fois, est *bleui* par différentes méthodes d'oxidation :

1° Action de l'air; c'est la plus ancienne et la plus mauvaise méthode, tout à fait abandonnée maintenant.

2° Solution filtrée de chlorure de chaux; pendant longtemps, on n'a pas employé d'autre moyen. Mais il se forme du sulfate de chaux peu soluble, qui se mélange avec le bleu de Prusse, en affaiblit le ton et produit des *points blancs* qui déprécient la couleur.

3° Eau régale à froid; ce moyen d'oxydation est abandonné.

4° Solution d'acide chromique. — On fait une solution de 1 kilogramme de bichromate de potasse dans 10 litres d'eau chaude; on laisse refroidir et on ajoute 13k,5 d'acide sulfurique ordinaire (ou la quantité correspondante d'acide à 52 degrés). On délaie le précipité blanc dans l'eau bouillante et on ajoute peu à peu la solution chromique, jusqu'à ce que la couleur soit devenue aussi intense que possible.

Le seul inconvénient de cette méthode, c'est qu'il se forme de l'alun de chrome qui reste en solution et dont on n'a pas toujours l'emploi.

5° Une solution bouillante de chlorate de potasse convient aussi très bien, depuis que ce sel est fabriqué en grand et livré à des prix suffisamment bas. L'eau mère retient du chlorure de potassium.

6° La meilleure méthode paraît consister dans l'emploi d'une solution chaude et un peu acide de perchlorure de fer (ou de sulfate de peroxyde de fer).

On obtient ce produit très économiquement, en traitant par l'acide chlorhydrique concentré, un minerai de fer aussi pur que possible (hématite brune ou hématite rouge), ou bien le *colcothar* (résidu de la calcination du sulfate de fer).

En agissant sur le précipité blanc, la solution chaude de perchlorure de fer est ramenée à l'état de protochlorure.

Cette liqueur est précipitée par le ferrocyanure de potassium, de sorte que le fer nécessaire à la production du bleu de Prusse est fourni par le minerai qu'on traite par l'acide chlorhydrique.

Quelle que soit la méthode employée, il est nécessaire de bien observer les conditions suivantes :

1° Le précipité blanc doit toujours être obtenu en versant peu à peu le ferrocyanure de potassium dans la solution de fer, additionnée d'acide. Il ne faut jamais faire l'inverse, car le précipité retiendrait une forte proportion de ferrocyanure de potassium. Même il est bon de s'assurer si l'eau de lavage du précipité blanc ne contient pas un peu de ferrocyanure, c'est-à-dire si elle ne précipite pas les sels de peroxyde de fer en bleu.

2° Pour obtenir du bleu foncé, d'une nuance très pure, il est toujours nécessaire de le faire digérer avec de l'acide chlorhydrique ou azotique étendu, jusqu'à ce que ces acides n'enlèvent plus de fer. Autrement le bleu de Prusse retiendrait toujours de l'oxyde de fer qui diminuerait beaucoup la richesse de la nuance.

Quant à l'addition des matières étrangères, elle se fait au moment de la précipitation; on ajoute au sulfate de fer une certaine quantité d'alun ; il se forme du ferrocyanure d'aluminium qui ressemble à de l'alumine et reste intimement mêlé dans toute la masse.

Pour les bleus de Prusse de première qualité, on emploie 1 partie d'alun pour 7 ou 8 parties de sulfate de fer.

Pour les sortes communes, la proportion s'élève à 1 partie d'alun pour 2 ou 3 de sulfate de fer..

Enfin, les bleus de Prusse de qualité inférieure se préparent avec parties égales d'alun et de sulfate de fer. L'alun est remplacé avantageusement par une quantité équivalente de sulfate d'alumine.

FALSIFICATIONS

Le prix du bleu de Prusse étant peu élevé, on l'emploie souvent pour falsifier les autres couleurs bleues; on constate aisément la présence du bleu de Prusse, en faisant bouillir la matière avec une solution de potasse, filtrant, ajoutant un excès d'acide, puis versant une petite quantité de cette liqueur dans du perchlorure de fer. Il se forme aussitôt un précipité bleu.

Mais le bleu de Prusse est lui-même falsifié par l'addition de diverses matières blanches à vil prix : alumine en gelée, craie, plâtre, amidon, sulfate de baryte, etc., qu'on reconnaît par les procédés ordinaires de l'analyse chimique.

BLEU MINÉRAL

Ce produit, désigné aussi sous le nom de *bleu d'Anvers*, n'est autre chose qu'une sorte de bleu de Prusse falsifié au moment de la préparation.

Au lieu d'ajouter seulement de l'alun au sulfate de fer, on y adjoint du sulfate de magnésie et du sulfate de zinc (sels qui précipitent en blanc par le ferrocyanure de potassium).

On obtient ainsi du bleu de Prusse intimement mêlé avec trois composés blancs; le produit est d'une nuance satisfaisante et variable, pour ainsi dire à volonté.

Il ne faut pas confondre cette couleur avec un autre bleu dit *bleu minéral des terres blanches;* ce dernier n'est autre que de la terre de pipe ou du kaolin colorés avec de l'indigo ou de l'oxyde de cuivre hydraté. Dans ce dernier cas, la matière colore l'ammoniaque en bleu; dans le premier, on reconnaît l'indigo en traitant le produit par l'acide sulfurique fumant, qui dissout l'indigo en formant un composé bleu particulier, soluble dans l'eau.

BLEU DE TURNBULL

Cette couleur, nommée souvent *bleu de Paris*, ressemble tellement au bleu de Prusse, qu'on l'a souvent confondue avec lui. On prétend même qu'il y a identité entre les deux produits (MM. Schorlemmer et Reindel).

Le bleu de Turnbull s'obtient en versant peu à peu une solution chaude de *ferrocyanure de potassium* (prussiate rouge) dans une solution de perchlorure de fer ou de sulfate de peroxyde de fer, additionnée d'un peu d'acide.

Cette matière bleue n'a pas la même composition que le bleu de Prusse; c'est

un cyanure double représenté par la formule Fe^5Cy^8, plus une certaine quantité d'eau non déterminée.

Elle ne paraît pas offrir d'avantage spécial sur le bleu de Prusse, dont elle possède d'ailleurs toutes les propriétés générales; elle est cependant d'un éclat plus vif et, souvent, les bleus de Prusse de première qualité sont des bleus de Turnbull.

Il est facile d'ailleurs de les distinguer l'un de l'autre.

Traité par la potasse, le bleu de Prusse ordinaire (même quand il a été purifié par les acides) donne du ferrocyanure de potassium et un résidu brun jaune de sesquioxyde de fer hydraté.

Dans les mêmes conditions, le bleu de Turnbull donne aussi du ferrocyanure de potassium, mais le résidu consiste en oxyde de fer magnétique, d'un vert foncé.

BLEU DE PRUSSE SOLUBLE

Quand on verse peu à peu du perchlorure de fer ou de l'azotate de peroxyde dans une solution froide de ferrocyanure de potassium (maintenue en grand excès), on obtient de cette façon un précipité d'un beau bleu, insoluble dans la liqueur saturée de ferrocyanure, mais soluble dans l'eau pure.

C'est le *bleu de Prusse soluble* qui paraît représenter une combinaison de bleu de Prusse ordinaire et de ferrocyanure de potassium :

$$3Fe^7Cy^9 + 2K^2Cy^3Fe.$$

Voici un autre procédé qui donne de meilleurs résultats :

Dans une solution concentrée de ferrocyanure de potassium, on verse peu à peu une solution d'iodure de fer avec un excès d'iode. Il se forme ainsi un précipité bleu qui est entièrement soluble dans l'eau, même quand il a été desséché (M. Reade).

Ce qui donne une certaine importance au bleu de Prusse soluble, c'est l'usage qu'on en fait pour injecter les pièces anatomiques. La solution de bleu de Prusse dans l'acide oxalique ne peut convenir à cet usage, les préparations seraient altérées par l'acide.

On peut obtenir un bleu de Prusse soluble avec le bleu de Turnbull (M. Skraup).

BLEU MONTHIERS

On désigne aussi ce produit sous le nom de *bleu de Prusse ammoniacal.*

On le prépare de la manière suivante :

Dans une solution de protochlorure de fer pur, on ajoute un excès d'ammoniaque; on filtre rapidement, à l'abri de l'air autant que possible. La liqueur filtrée est versée peu à peu dans une solution de ferrocyanure de potassium; il se forme un précipité blanc qu'on lave et qu'on expose au contact de l'air. Il devient bleu et représente une sorte de combinaison de bleu de Prusse avec l'ammoniaque; il n'est pas soluble dans le tartrate d'ammoniaque, de sorte qu'on emploie ce réactif pour lui enlever l'excès d'oxyde de fer qu'il renferme.

Il paraît être plus stable et plus beau que le bleu de Prusse ordinaire; mais la préparation est plus coûteuse.

BLEU D'ANTIMOINE

Sous ce nom très impropre, on désigne un bleu de Prusse particulier, d'une fort belle nuance, qu'on peut obtenir de la manière suivante :

On ajoute de l'acide chlorhydrique concentré dans une solution d'émétique (tartrate d'antimoine et de potasse) : il se forme un précipité blanc qu'on recueille et qu'on fait bouillir avec une solution de ferrocyanure de potassium. On obtient une matière bleue qu'on traite à plusieurs reprises par l'acide chlorhydrique pour enlever l'antimoine.

Le même composé s'obtient en faisant bouillir une solution de ferrocyanure de potassium avec de l'acide chlorhydrique. Il se forme d'abord de l'acide ferrocyanhydrique qui se décompose peu à peu en laissant déposer un cyanure de fer intermédiaire analogue au bleu de Prusse (M. Krauss).

C'est d'ailleurs par une réaction semblable que le ferro ou le ferricyanure de potassium, mêlé d'acide tartrique, abandonne du bleu de Prusse (ou un corps analogue) sur la laine qu'on fait bouillir avec le mélange, ou sur le tissu de coton recouvert par impression du même mélange épaissi avec de la gomme. La couleur se développe par le *vaporisage*. Il est nécessaire d'employer l'acide tartrique et non un acide minéral qui détruirait la fibre.

Le prétendu *bleu d'antimoine* ne contient donc pas d'antimoine et peut être obtenu par des procédés assez variés. Toutefois, la présence du sel d'antimoine paraît favoriser la formation du composé bleu.

BLEU DE COBALT

HISTORIQUE

Dès l'origine de la fabrication du verre, soit en Europe, soit en Chine, on a pu constater que le verre fondu avec des minerais de cobalt prend une coloration bleue. Mais comme ces minerais sont généralement assez rares, ce moyen de coloration est resté pendant de longues années le secret de quelques fabricants.

Pour trouver des indications précises sur les verres bleus colorés à l'oxyde de cobalt, il faut remonter jusqu'au milieu du seizième siècle. A cette époque, un verrier saxon, Christophe Schürer, fit fondre du verre avec du minerai de cobalt

de Schneeberg. Cette matière était rejetée jusque-là comme inutile : on la désignait sous le nom de *Wismuthgraupen*.

Schürer obtint, de cette façon, un verre bleu foncé qu'il réduisait en poudre et vendait aux potiers comme émail bleu.

Plus tard, ces verres bleus furent fabriqués à Nuremberg et les marchands de ce pays le vendaient plus de trois cents francs le kilogramme.

Les Hollandais, puis les Vénitiens, arrivèrent peu de temps après à connaître le secret de la fabrication des verres et des émaux colorés en bleu par l'oxyde de cobalt.

Toutefois, il ne faudrait pas croire que cette fabrication fût ignorée des anciens. Des analyses exactes ont démontré que certains verres bleus, d'origine gallo-romaine, sont colorés par de l'oxyde de cobalt, et il est probable qu'en Chine, l'origine des poteries et des verres colorés de la même façon remonte à une époque encore plus reculée.

Quant au mot *cobalt*, on l'écrivait primitivement *kobold;* c'est le nom que les populations germaniques donnaient aux mauvais génies habitant les mines et prenant plaisir à tourmenter les mineurs. Inondations, éboulements, asphyxies, explosions de grisou, tels étaient les principaux méfaits attribués aux kobolds.

Le verre ou émail bleu réduit en poudre fine ne peut constituer une couleur propre à la peinture; les véritables *bleus de cobalt* ne datent que du commencement de ce siècle, époque à laquelle le célèbre chimiste Thénard découvrit le bleu qui porte son nom.

PROPRIÉTÉS

Le bleu de cobalt présente une belle teinte d'un bleu vif comparable à celle de l'outremer de première qualité.

Il résiste parfaitement à l'action des rayons solaires directs : on prétend même qu'il acquiert plus d'éclat sous leur influence ! Ce serait fort extraordinaire et nous ne connaissons aucune expérience entreprise pour vérifier le fait.

Le bleu n'est altéré ni par la chaleur, ni par les acides énergiques, ni par les lessives alcalines. On ne peut l'attaquer que par les acides bouillants (l'acide chlorhydrique surtout), ou par la potasse en fusion.

Les émanations sulfureuses (acide sulfhydrique) n'agissent pas sur le bleu de cobalt.

Cette couleur est du reste absolument inoffensive.

En dehors de toutes ces qualités, le bleu de cobalt possède deux défauts qui en restreignent beaucoup l'emploi :

1° A la lumière du gaz ou des bougies, il paraît d'un violet très foncé, presque noir et perd toute valeur comme matière colorante. Ce n'est donc pas un *bleu de lumière*. De même les verts formés d'un jaune mêlé de bleu de cobalt; les violets obtenus en ajoutant du rouge à ce même bleu paraissent tout à fait ternes à la lumière.

2° Le prix du bleu est toujours fort élevé. Cependant les minerais de cobalt ne

sont pas rares; nous avons analysé des minerais fort riches venant d'Espagne, de la Nouvelle-Calédonie, du Tonkin, etc. Mais, pour les mettre en œuvre, il faudrait qu'un industriel trouvât moyen d'étendre la communication du bleu de cobalt en abaissant suffisamment le prix. On arrivera certainement à résoudre ce problème; car le cobalt métallique, déposé par l'électricité, se montre supérieur au nickel; et il n'est pas douteux que ces deux métaux ne finissent par prendre rang parmi les métaux usuels.

Actuellement, les deux métaux sont cotés à peu près au même prix : vingt-cinq francs le kilogramme environ; mais il est clair que ce prix s'abaissera encore beaucoup, quand la consommation s'étendra.

FABRICATION

I. — BLEU D'AZUR, SMALT, SAFRE, ETC.

C'est le premier de tous les bleus de cobalt, dans l'ordre historique.

C'est un verre coloré par l'oxyde de cobalt et réduit en poudre impalpable.

On ne peut guère l'employer que pour l'*azurage* de la pâte à papier, du linge, etc. On s'en est servi quelquefois pour les peintures en détrempe et même pour les peintures à fresque. Mais le smalt est fort souvent remplacé par l'outremer qui coûte beaucoup moins cher (à égalité de pouvoir colorant).

Néanmoins on fabrique encore près d'un million de kilogrammes de bleu d'azur, dont une partie est employée à colorer les émaux.

On peut considérer le smalt comme un véritable silicate double de potasse et de protoxyde de cobalt.

Pour l'obtenir, on commence à griller dans un four à réverbère (muni d'une très haute cheminée) un minerai de cobalt arsenical (arséniure ou arséniosulfure de cobalt et de fer) qui est assez commun en Saxe et se nomme *speiss*.

Le produit du grillage, réduit en poudre fine, se nomme *safre;* c'est un oxyde de cobalt très impur.

On le mélange avec du sable siliceux pur ou du quartz étonné et pulvérisé; on ajoute du carbonate de potasse et on fait fondre le tout dans des creusets installés dans un four à verrerie.

La température étant portée jusqu'au rouge blanc, le verre coloré devient suffisamment liquide; on l'écume pour enlever *le fiel de verre* qui se rassemble à la surface; on puise le verre bleu avec de grandes cuillères de fer et on le fait couler dans de l'eau froide.

Le smalt, ainsi *étonné*, est broyé sous des meules horizontales et classé par lévigations en poudres de différents degrés de finesse.

Le bleu le plus fin offre la teinte la plus claire; mais il est de meilleur emploi que les autres, car il se mélange très bien avec les matières qu'il s'agit d'azurer.

Les degrés de finesse du smalt sont désignés sous le nom très singulier de *feux;* On dit ainsi : azur du premier, deuxième, troisième et quatrième feu, ou même *azur des quatre feux.*

Cette fabrication, assez primitive, est maintenant presque remplacée par celle du *bleu d'Eschel.*

C'est un smalt beaucoup plus foncé et plus pur que le smalt commun.

On l'obtient en fondant du sable et de la potasse avec de l'oxyde de cobalt préparé dans des usines spéciales. Cet oxyde du commerce est, en réalité, un carbonate assez pur contenant seulement de petites quantités de fer et de nickel.

Les bleus d'Eschel sont fabriqués surtout en Écosse et en Bohême; ils portent des marques spéciales, suivant les proportions d'oxyde de cobalt qu'ils renferment.

On affirme que les bleus d'azur employés à l'huile présentent l'inconvénient de verdir et même de noircir; nous n'avons pu vérifier ce fait, qui paraît difficile à admettre. Il peut arriver que, comme le bleu d'azur ne *couvre* pas, l'huile devenant jaune à l'air et à la lumière fasse paraître la teinte verte ou brunâtre.

II. — BLEU THÉNARD

Cette couleur est maintenant presque inusitée; elle ne présente qu'un intérêt historique en quelque sorte, mais assez important, car le bleu Thénard est le premier bleu de cobalt qu'on ait employé couramment pour la peinture d'art.

On le désignait sous le nom de *bleu saphir;* il possédait une teinte beaucoup plus violette que nos bleus de cobalt actuels.

Pour le préparer, on précipite une solution de cobalt (chlorure ou azotate) par une solution de phosphate de soude tribasique; on obtient ainsi un précipité rose un peu violacé de phosphate de cobalt tribasique, d'aspect gélatineux.

Après avoir lavé ce phosphate avec le plus grand soin, on le mélange très intimement avec de l'alumine en gelée.

Celle-ci s'obtient en ajoutant un excès d'ammoniaque dans une solution d'alun ou de sulfate d'alumine bien exempt de fer. On lave complètement le précipité.

Le mélange est séché à l'étuve, puis calciné au rouge cerise dans un creuset fermé.

Le produit, d'un beau bleu violet, est réduit en poudre et n'a pas besoin d'être lavé.

Les proportions données par Thénard étaient celles-ci : 1 partie de phosphate de cobalt tribasique (à l'état de pâte égouttée, environ 30 pour 100 d'eau) et 8 parties d'alumine en gelée (dans le même état).

Ces proportions peuvent d'ailleurs varier. Avec parties égales d'alumine et de phosphate de cobalt, on obtient un bleu de nuance verdâtre.

En remplaçant le phosphate de cobalt par l'arséniate basique, on produit aussi un composé bleu, mais qui présente le très grave inconvénient de contenir de l'arsenic.

Enfin, on a prétendu que le phosphate d'alumine peut être remplacé par le phosphate de chaux, et que le bleu ainsi obtenu est plus beau et plus *velouté* que celui de Thénard; mais nous ne croyons pas que cette assertion de Boullay-Marillac ait jamais été vérifiée.

III. — BLEUS DE COBALT ORDINAIRES

On donne quelquefois à ces bleus le nom fort impropre d'*outremer de cobalt*.

Toutes ces couleurs ont pour base l'*aluminate de cobalt*, composé parfaitement défini, d'un bleu tellement foncé qu''il paraît absolument noir.

On obtient l'aluminate de cobalt en octaèdres noirs bien déterminés, quand on chauffe à la température d'un four à porcelaine un mélange d'acide borique en excès, d'alumine et d'oxyde de cobalt en proportions équivalentes (Ebelmen).

Le composé ainsi préparé donne une poussière d'un bleu vif quand on le réduit en poudre impalpable.

Il a pour formule Al^2O^3, CbO.

C'est ce composé qui sert de base à tous les bleus de cobalt ; c'est souvent lui qui colore en bleu les verres et les émaux. Il suffit d'ailleurs d'une très petite quantité d'oxyde de cobalt pour obtenir une coloration suffisante.

A la température très élevée d'un four à porcelaine, l'oxyde de cobalt est un peu volatil ; un vase de porcelaine parfaitement blanc devient légèrement bleu quand on le cuit dans une même *cazette* à côté d'autres vases peints en *bleu de grand feu* (bleu de cobalt).

Les bleus de cobalt sont très employés pour la peinture d'art, aussi bien à l'eau qu'à l'huile ; pour les fleurs artificielles et pour l'impresssion des billets de banque français. Dans ce dernier cas, le bleu de cobalt est préférable à tous les autres, car il ne se reproduit point par la photographie ; ce qui rend les contrefaçons beaucoup plus difficiles.

Les bleus de cobalt sont de nuances assez différentes ; depuis le bleu ciel clair jusqu'au bleu franc, assez foncé.

Ils représentent tous de l'alumine colorée par de l'aluminate de cobalt.

On les fabrique toujours en employant les oxydes de cobalt d'Allemagne (ce sont des carbonates de cobalt assez purs) ou bien les oxydes noirs anglais.

Les sels de cobalt préparés avec ces oxydes doivent être purifiés avec le plus grand soin. Il en est de même des sels d'alumine et des eaux employées à faire les dissolutions.

La cuisson du bleu de cobalt s'opère dans des creusets ou mieux dans des moufles de forme particulière.

Pour chaque espèce de bleu, les fabricants gardent secrets certains *tours de main* particuliers ; de sorte que, s'il est facile de préparer un bleu de cobalt d'une belle nuance, il est fort difficile d'arriver à reproduire exactement telle ou telle nuance ; avec les qualités exigées spécialement pour l'impression en taille-douce, la peinture à l'huile, etc.

IV. — CŒRULEUM

C'est un bleu de cobalt, de nuance un peu verdâtre, qui se distingue de tous les autres par la précieuse propriété de conserver sa teinte bleue à la lumière du gaz ou des bougies.

Il y a environ trente ans, la maison Rowney et Cie a proposé cette couleur pour l'aquarelle et la peinture à l'huile.

Le cœruleum est aussi stable que tous les autres bleus de cobalt; il n'est pas altéré, même au rouge blanc.

C'est de l'acide stannique coloré par du stannate de cobalt.

On pourrait essayer, d'après cette composition, de reproduire le cœruleum; mais comme c'est une couleur chère et de faible consommation, nous croyons qu'aucun chimiste ne s'en est occupé.

BLEU D'OXYDE DE CUIVRE (BLEU PÉLIGOT)

En 1858, un de nos chimistes les plus éminents, M. Péligot, membre de l'Institut, a fait connaître la préparation d'un oxyde de cuivre hydraté d'un très beau bleu ciel, suffisamment stable pour qu'on puisse l'employer dans la fabrication des papiers peints.

Le bleu Péligot est un *bleu lumière* (comme les bleus de cuivre, en général); il offre donc des ressources précieuses pour la peinture des décors de théâtre, etc.

Pour le préparer, on verse de l'ammoniaque dans une solution étendue de sulfate de cuivre, en quantité suffisante pour redissoudre le précipité. Autrement dit, on prépare de l'*eau céleste;* si le sulfate de cuivre contient du fer, on filtre ou on laisse déposer.

Le point important, c'est que la solution ne soit pas trop concentrée.

On ajoute ensuite une solution de soude caustique; il se forme un précipité bleu clair qu'on lave de manière à enlever toute trace de soude caustique.

Si le précipité retenait de la soude, même en faible proportion, il noircirait pendant le séchage, par suite de la concentration de la soude.

Nous avons trouvé que la meilleure manière d'enlever les dernières traces de soude, c'est de délayer le produit avec de l'eau contenant de très faibles quantités de sulfate de cuivre; on agite à plusieurs fois, on laisse reposer, on filtre et on lave à l'eau pure.

De cette manière la soude passe à l'état de sulfate de soude qui est entraîné par le lavage, et le sulfate de cuivre donne de l'oxyde de cuivre ou un peu de sulfate basique qui peut rester sans inconvénient mélangé avec la couleur. On peut la sécher vers 100 degrés sans craindre de l'altérer.

On obtiendrait un résultat semblable en ajoutant aux dernières eaux de lavage une petite quantité de sel ammoniac.

Quand on opère en grand, la dépense d'ammoniaque serait considérable; M. Péligot conseille de précipiter le sulfate de cuivre par un lait de chaux en

léger excès. On traite le précipité par l'ammoniaque de manière à dissoudre l'oxyde de cuivre en laissant le sulfate de chaux. La solution ammoniacale d'oxyde de cuivre est ensuite précipitée par la soude caustique.

L'oxyde de M. Péligot retient toujours une petite quantité d'ammoniaque, ce qui est sans inconvénient pour les applications ordinaires.

Il est soluble dans l'ammoniaque concentrée qui peut en prendre 7 à 8 p. 100 de son poids.

La liqueur bleue ainsi obtenue dissout très bien le coton et remplace avec avantage la liqueur de Schweitzer (préparée en faisant passer de l'ammoniaque sur de la tournure de cuivre en présence de l'air).

CENDRES BLEUES

Synonymes. — Bleu de montagne, bleu de chaux, bleu de cuivre.

C'est en Angleterre que cette fabrication a pris naissance. Pendant longtemps le procédé est resté secret; maintenant on sait d'une manière vague en quoi il consiste; aussi l'on distingue toujours dans le commerce les *cendres bleues anglaises*, qui sont relativement plus stables, les *cendres bleues françaises*, qui s'altèrent très facilement. Ces dernières dégagent de l'ammoniaque quand on les chauffe légèrement avec de la potasse, ce qu'on n'observe pas avec les cendres bleues anglaises.

Celles-ci présentent une teinte bleue plus foncée que celle du bleu Péligot, mais notablement moins vive.

La composition chimique de ce produit n'est pas bien définie; c'est un mélange d'oxyde et de carbonate de cuivre hydraté, avec du sulfate et du carbonate de chaux.

Il est permis de supposer que les cendres bleues anglaises contiennent du cuivre carbonaté bleu ou *azurite*, tel qu'on le trouve dans la nature. A Chessy, près de Lyon, l'azurite était autrefois très abondante.

On a souvent employé comme couleur l'azurite réduite en poudre fine; c'est ainsi qu'on obtenait le *bleu de montagne* proprement dit. Les fabricants de jouets du Tyrol s'en servaient constamment.

Ce minéral est un carbonate sesquibasique de cuivre hydraté qui a pour formule :

$$2CO^2,3CuO + HO.$$

On n'a pas encore réussi à reproduire cette espèce minérale qui se présente en cristaux parfaitement définis.

Pelletier a donné les premières indications relatives à la fabrication des cendres bleues anglaises.

La matière première, c'est le nitrate de cuivre provenant de l'affinage ou des essais d'alliages monétaires ou autres contenant du cuivre.

On traite le nitrate de cuivre par une quantité de lait de chaux suffisante pour saturer tout l'acide nitrique.

Le précipité, bien lavé, est broyé pendant longtemps avec une solution de carbonate de potasse dans un moulin à meules horizontales monté avec des pièces de cuivre, car le contact du fer doit être soigneusement évité.

Il paraît d'ailleurs qu'on peut remplacer le nitrate de cuivre par tout autre sel de cuivre dont l'acide forme avec la chaux un sel soluble, tel que le chlorure ou l'acétate.

Le point important c'est de n'employer que du lait de chaux très pur, préparé avec de la chaux blanche de première qualité et passé à travers une toile de cuivre à mailles très fines.

Les proportions relatives de sel de cuivre et de chaux doivent être déterminées très exactement; on dit que *tout* l'acide nitrique doit être saturé par la chaux; mais cette indication ne nous paraît pas exacte. En effet, le carbonate de potasse doit être à peu près sans action sur l'oxyde de cuivre libre; tandis qu'il peut agir sur un nitrate basique de composition convenable de manière à donner du carbonate sesquibasique se rapprochant de l'azurite par sa composition et ses propriétés :

$$2AzO^5,3CuO + 2(CO^2,KO) = 2CO^2,3CuO + 2(AzO^5,KO).$$

Il faudrait donc employer la chaux dans les proportions suivantes :

$$3(AzO^5,CuO) + CaO = 2AzO^5,3CuO + AzO^5,CaO.$$

Il est probable que le *tour de main* des fabricants anglais consiste principalement dans l'emploi de ces proportions.

Quoi qu'il en soit, la pâte broyée est introduite dans des bouteilles de grès avec une solution de sulfate de cuivre et de chlorhydrate d'ammoniaque, à parties égales. Les bouteilles sont fermées par des bouchons de liège maintenus avec de fortes ficelles. On les agite fortement, puis on laisse reposer pendant plusieurs jours.

Enfin les bouteilles sont vidées dans un cuvier doublé de plomb où la matière est lavée huit ou dix fois avec de l'eau très pure.

Il est à remarquer que les cendres bleues anglaises ne contiennent pas d'ammoniaque, bien que le chlorhydrate d'ammoniaque entre dans la fabrication.

Dans les autres pays, on fabrique des imitations assez imparfaites des cendres bleues anglaises.

Les procédés consistent généralement à précipiter du sulfate de cuivre par de la chaux; de sorte que le produit, nécessairement mêlé de sulfate de chaux, est de teinte plus claire que le produit anglais.

Comme on emploie un excès de chaux, il suffit d'agiter le précipité avec une solution de chlorhydrate d'ammoniaque pour obtenir un dégagement d'ammoniaque. Le précipité, qui était bleu verdâtre clair, devient ainsi d'un bleu franc; mais cette nuance est fort instable.

Les cendres bleues ainsi préparées verdissent à l'air et à la lumière et ne peuvent être employées que pour les décors les plus communs.

Le bleu Péligot (appelé *bleu de Brême*, par les Allemands) est bien préférable à ce produit imparfait dont la fabrication diminue de plus en plus.

On a aussi employé comme cendre bleue ou bleu de lumière l'*arséniate de cuivre basique*, obtenu en versant peu à peu une solution de sulfate de cuivre dans une solution bouillante d'arséniate de soude. On lave à fond pour enlever le sulfate de soude formé par double décomposition.

L'arséniate de cuivre présente le grave défaut d'être fort vénéneux ; de plus, il est de nuance beaucoup trop claire.

BLEU DES ANCIENS

La plupart des bleus employés dans les anciennes peintures à fresque étaient des bleus de cuivre, d'une solidité remarquable, puisqu'ils ont résisté jusqu'à l'époque actuelle. Ils manquaient d'ailleurs d'éclat et d'intensité.

C'est en Egypte, à Alexandrie, que la fabrication de ce bleu avait pris naissance; on le désignait sous le nom de *fritte d'Alexandrie*. Il fut ensuite fabriqué à Pouzzoles (Italie).

C'était une sorte de matière vitreuse colorée par de l'oxyde de cuivre, autrement dit un silicate de cuivre, mêlé ou combiné avec des silicates de potasse et de chaux, d'après les analyses de Davy, de Chaptal, et celles, plus récentes, de Girardin.

Chaptal a eu entre les mains des échantillons de couleurs provenant de la boutique d'un marchand de couleurs de Pompeï; ces matières étaient bien conservées et ont pu être analysées avec soin.

La couleur bleue, dit Chaptal, était d'un beau bleu intense et bien nourri, et surpassant en éclat les plus belles cendres bleues; aussi bien qu'en solidité, puisqu'elle avait résisté pendant dix-huit cents ans.

Il y aurait de l'intérêt à reprendre les analyses de ces anciennes frittes et même à les reproduire; si on n'a pas essayé de le faire, c'est qu'on possède maintenant les outremers à très bon marché. Ils ont cependant le défaut de ne pas être *bleus de lumière*, comme les bleus de cuivre.

Il serait important de remplacer complètement les cendres bleues et même le bleu Péligot par l'ancienne fritte d'Alexandrie, qu'on arriverait à faire beaucoup mieux que les anciens, si un spécialiste se livrait à l'étude de cette question.

Nous produisons en effet de très beaux verres colorés en bleu par l'oxyde de cuivre ; on pourrait donc obtenir des *frittes* de même couleur, puisque l'on dési-

gne sous le nom de *frittes* des matières qui ont seulement subi un commencement de vitrification.

La fritte d'Alexandrie est tellement stable qu'on peut la faire digérer avec de l'ammoniaque caustique sans que la liqueur se colore en bleu.

BLEU DE TOURNESOL

Cette matière est employée quelquefois dans les peintures en détrempe. Elle est d'un bleu violacé; elle manque absolument de solidité.

Le bleu de tournesol est fabriqué en Auvergne et dans le Dauphiné en faisant fermenter certains lichens avec addition de carbonate de potasse ou de soude, plus de l'ammoniaque ou de l'urine putréfiée. Les lichens employés à cette fabrication sont les mêmes qui servent pour la production de l'orseille, et notamment des *variolarias*, communes en Auvergne et autres régions montagneuses.

Au bout de trois semaines, le mélange est devenu d'un beau bleu violeté; on exprime le suc et on l'empâte avec du carbonate de chaux et même un peu de plâtre; on obtient de cette açon une pâte qui se moule aisément en petits pains prismatiques.

Ces pains contiennent beaucoup de matières étrangères; même en supposant qu'ils ne renferment que du bleu de tournesol pur, ce bleu représente un mélange de quatre acides rouges combinés avec des bases (potasse, soude, chaux, ammoniaque) de manière à constituer des sels bleus.

Il est impossible d'employer le tournesol à l'huile; il noircit d'abord et passe promptement à la lumière du soleil.

Il ne faut pas confondre cette couleur bleue avec le *tournesol en drapeaux* ou *tournesol de Provence*.

C'est une matière absolument différente du tournesol ordinaire, car elle rougit par les acides; mais les bases ne la ramènent pas au bleu.

On la prépare aux environs de Nîmes, avec le suc des fruits de la *maurelle*, espèce d'euphorbe (*chrozophora tinctoria*). On ajoute au suc un peu d'urine putréfiée et on y plonge des lambeaux de grosse toile d'emballage. Ces *drapeaux* sont placés entre deux couches de paille au-dessus d'une couche de fumier en fermentation. Sous la triple influence de la chaleur, de l'air et des vapeurs ammoniacales, une matière incolore contenue dans le suc se change en une matière bleue. On imprègne les drapeaux d'une nouvelle quantité de suc et on répète la même opération jusqu'à ce que la couleur bleue soit suffisamment intense.

Cette matière n'est jamais employée en peinture ; on ne s'en sert que pour colorer la croûte des fromages de Hollande. Pour cet usage tout spécial, on détrempe dans de l'eau le tournesol en drapeaux ; on obtient de cette façon une

eau très bleue dont on imprègne la surface du fromage. La matière étant un peu acide, la couleur bleue tourne au rouge.

On remplace souvent le tournesol en drapeaux par les rouges d'aniline, dans la fabrication des fromages de Hollande.

INDIGO

Cette matière est surtout employée en teinture; cependant on se sert quelquefois d'indigo bien broyé comme couleur d'aquarelle.

C'est un bleu très solide, qui paraît toujours un peu grisâtre. Il ne peut être employé à l'huile et serait d'un prix beaucoup trop élevé pour les peintures communes, en détrempe ou *à la colle*.

Le *carmin d'indigo, indigo soluble, bleu anglais*, etc., est une couleur bleue soluble dans l'eau qui était fort employée pour l'azurage du linge et quelquefois pour le lavis.

Le carmin d'indigo est employé en teinture; on le fabrique encore sur une assez grande échelle, bien que la consommation ait beaucoup diminué depuis la découverte des bleus d'aniline.

L'indigo, finement broyé, est traité par l'acide sulfurique concentré (et même, de préférence, par l'acide de Nordhausen). Il ne se fait pas une simple *dissolution* de l'indigo, comme le croient beaucoup de personnes, mais une véritable combinaison d'indigo et d'acide sulfurique.

Cette combinaison représente un acide bleu, soluble dans l'eau; on sature par du carbonate de soude et on obtient le sel de soude de cet acide. C'est le *carmin d'indigo*, sel d'un bleu très pur, soluble dans l'eau pure, insoluble dans l'eau chargée de sulfate de soude ou de sel ordinaire.

Il est d'ailleurs impossible de ramener le carmin d'indigo à l'état d'indigo bleu ordinaire.

BLEU DE MOLYBDÈNE

Le sulfure de molybdène est un minéral assez abondant, qu'on pourrait employer alors dans l'industrie si l'on en trouvait des applications.

C'est ce qui a provoqué des recherches sur l'emploi en peinture d'un oxyde de molybdène intermédiaire, d'un bleu foncé, assez analogue à l'indigo; ce qui lui a fait donner le nom d'*indigo minéral*.

JAUNES

JAUNES DE CHROME

De toutes les couleurs jaunes, ces produits sont de beaucoup les plus employés et les plus importants.

HISTORIQUE

Le jaune de chrome était complètement inconnu des anciens.

En 1797, un chimiste des plus éminents, Vauquelin, découvrit un métal particulier, le *chrome*, dans un minéral fort rare (*le plomb rouge de Sibérie*). Ce minéral n'est autre que du chromate de plomb.

Vauquelin reconnut que le chrome s'oxyde facilement en donnant de l'oxyde de chrome vert, et qu'en présence de l'air et des bases énergiques (potasse, soude, chaux), l'oxydation va plus loin et produit de l'*acide chromique*.

Cet acide est rouge, soluble dans l'eau; les chromates et les bichromates alcalins sont solubles dans l'eau; les autres chromates sont insolubles pour la plupart et colorés en jaune, lorsque la base est incolore. Souvent la couleur des chromates passe à l'orangé ou même au rouge.

Jusqu'en 1818, la grande découverte de Vauquelin resta une simple curiosité de laboratoire.

Mais on découvrit un minerai de chrome abondant : le *fer chromé*, qui ressemble tout à fait à du minerai de fer et qu'on n'avait pas su distinguer jusque-là. Le chromate de potasse put être obtenu à un prix relativement peu élevé.

En 1818, M. Zuber, fabricant de papiers peints à Rixheim, près de Mulhouse, prépara du jaune de chrome et l'employa pour sa fabrication.

Un an plus tard, Lassaigne, habile chimiste de Paris, indiquait l'emploi du jaune de chrome pour la teinture et l'impression des tissus.

Les premières applications furent faites par les frères Kœchlin, de Mulhouse.

Ils obtinrent sur indienne des jaunes et oranges de chrome, d'une beauté et d'une solidité fort remarquables.

Le bichromate de potasse est devenu un produit tout à fait industriel, dont les applications sont, pour ainsi dire, innombrables.

Depuis les travaux de Leykauf, en 1832, le bichromate est employé comme agent d'oxydation dans une foule d'opérations de teinture (oxydation du campêche pour la teinture en noir, virage et fixage des couleurs, etc.).

On s'en sert aussi dans la fabrication des produits chimiques et des couleurs (couleurs d'aniline, vert Guignet, etc.).

L'industrie des chromates est l'exemple le plus frappant que l'on puisse citer pour démontrer qu'une découverte de laboratoire, même quand elle porte sur un minéral très rare, peut acquérir une importance de premier ordre aussi bien sous le rapport industriel qu'au point de vue purement scientifique.

PROPRIÉTÉS

La plupart des jaunes de chrome ont pour bases les *chromates de plomb.*

Les chromates basiques, et notamment le chromate bibasique, sont d'un jaune orangé foncé, qui passe au rouge, quand le chromate est anhydre.

On connaît deux combinaisons principales de chromate et de sulfate de plomb qui servent de bases à la préparation des jaunes de nuances moins claires, si utiles pour la fabrication des verts obtenus par mélange avec le bleu de Prusse.

La première a pour formule :

$$CrO^3, PbO + SO^3, PbO.$$

On l'obtient en ajoutant un équivalent d'acide sulfurique à un équivalent d'acide chromique (évalué en bichromate de potasse). Le mélange est dissous dans un excès d'eau et précipité par une solution de nitrate de plomb,

On peut aussi remplacer l'acide sulfurique par du sulfate de soude.

Le précipité obtenu est léger, floconneux, d'un jaune citron clair, doué d'un vif éclat.

L'autre combinaison est représentée par :

$$CrO^3, PbO + 2(SO^3, PbO).$$

On la prépare en doublant la proportion d'acide sulfurique indiquée plus haut.

Le précipité paraît plus dense que le précédent; il est d'un jaune encore plus clair (jaune de soufre) ; il est éclatant et convient surtout à la fabrication des verts, tandis que le premier est souvent employé comme jaune de chrome clair.

Quant au chromate neutre, on l'obtient en précipitant un sel de plomb par le bichromate ou le chromate neutre de potasse.

Les jaunes de chrome s'emploient très bien pour toute espèce de peinture. A l'huile, ils couvrent parfaitement; de même pour les peintures en détrempe et les papiers peints. Pour l'aquarelle, ils donnent des tons un peu lourds, qui manquent de transparence.

Il ne faut pas oublier que les jaunes de chrome sont vénéneux comme toutes les couleurs à base de plomb et susceptibles de noircir par les émanations sulfureuses.

Les jaunes de chrome résistent bien à l'action prolongée de la lumière solaire.

FABRICATION

Le bichromate de potasse étant devenu un produit industriel, dont la valeur a diminué de plus en plus, on se sert exclusivement du bichromate pour la préparation de tous les jaunes de chrome.

Le plus souvent on commence par saturer ce produit avec une addition en quantité convenable de carbonate de soude; les cristaux de soude sont préférables aux sels de soude, quand ils ne sont pas falsifiés avec du sulfate de soude; la présence de ce dernier sel serait très nuisible, dans le cas où l'on voudrait obtenir des jaunes foncés.

La solution qui sert à préparer les chromates est donc un mélange à équivalents égaux de chromates neutres de potasse et de soude.

Il est bien préférable d'opérer ainsi, plutôt que d'acheter du chromate neutre de potasse (chromate jaune) qui coûte plus cher que le bichromate et contient, à poids égal, moins d'acide chromique.

Cette différence de prix vient de ce que le bichromate cristallisant beaucoup plus facilement que le chromate neutre, c'est le bichromate qu'on prépare d'abord dans les fabriques. On le sature ensuite par du carbonate de potasse et on fait cristalliser de nouveau, ce qui entraîne des frais assez considérables, à cause de la grande solubilité et de la difficile cristallisation du chromate neutre.

C'est pour des motifs analogues qu'on n'a pas réussi à fabriquer en grand (du moins jusqu'à présent), les chromates de soude et de chaux.

Pour préparer le chromate neutre de plomb, d'une nuance aussi belle que possible, il ne faut pas précipiter l'acétate neutre de plomb, mais le nitrate de plomb; on opère dans des liqueurs assez étendues, car le nitrate de plomb n'est pas très soluble. Ce sel s'obtient en traitant la litharge par l'acide nitrique étendu; il doit être purifié par cristallisation et ne pas contenir de fer ou de cuivre en quantité notable.

L'eau mère contient du salpêtre ou nitrate de potasse qu'on peut retirer par évaporation et cristallisation. Si l'on a employé du bichromate saturé avec du carbonate de soude, l'eau mère renferme en outre du nitrate de soude; on doit alors ajouter une quantité convenable de chlorure de potassium pour transformer ce nitrate de soude en nitrate de potasse et chlorure de sodium qui reste dans l'eau mère, après cristallisation du nitrate de potasse.

On pourrait aussi, pour ce cas spécial, saturer le bichromate avec du carbonate de potasse; dans ce cas, on n'aurait plus que du nitrate de potasse dans l'eau mère.

Pour la préparation des jaunes clairs (combinaisons de sulfate et de chromate de plomb), les procédés varient beaucoup; il arrive très souvent que les produits obtenus sont les mélanges des deux combinaisons citées plus haut, avec du sulfate de plomb pour les nuances les plus claires.

Le chromate basique s'obtient en faisant bouillir le chromate neutre avec de l'eau et de la chaux (à l'état de lait de chaux bien pur); on remplace souvent la chaux par la potasse ou la soude. On obtient dans ce cas un chromate bibasique, formé de très petits cristaux d'un rouge orangé. C'est ce qu'on désigne souvent dans la fabrication des papiers peints sous le nom de *rouge turc*. Quand ce chromate est finement broyé, comme il est nécessaire pour la peinture à l'huile ou l'aquarelle, il perd beaucoup de son éclat.

Dans la fabrication du chromate basique de plomb, il faut se garder d'employer un excès de potasse ou de soude; en effet, le chromate de plomb se dissoudrait entièrement; on n'aurait plus qu'un chromate alcalin et de l'oxyde de plomb dissous dans l'alcali en excès.

Les eaux mères contiennent des chromates alcalins; on s'en sert pour neutraliser le bichromate servant à la préparation du chromate neutre de plomb ou des autres jaunes de chrome.

Quand on opère à froid, au lieu d'un chromate anhydre rouge orangé, on obtient un chromate jaune orangé qui renferme probablement une certaine quantité d'eau.

On peut aussi obtenir du chromate de plomb basique en petits cristaux, d'un très beau rouge, en ajoutant peu à peu du chromate de plomb bien sec dans du nitre maintenu en fusion dans un creuset. Il se dégage des vapeurs rutilantes par suite de la décomposition d'une partie du nitre et il se forme du chromate de potasse. Le nitre en excès étant séparé par décantation, on laisse refroidir le creuset et on lave le produit de manière à séparer les sels de potasse.

Ce procédé serait trop coûteux pour être employé industriellement.

Le *jaune de chrome jonquille*, de M. Winterfeld, s'obtient par l'action au chromate neutre de potasse sur le carbonate de plomb.

On opère de la manière suivante :

On fait dissoudre 33 kilogrammes d'acétate neutre de plomb dans 1 hectolitre d'eau.

Cette solution filtrée est précipitée par une solution de 22 kilogrammes de cristaux de soude dans 60 litres d'eau.

Il se forme ainsi du carbonate de plomb qui est séparé par décantation.

D'autre part on a fait dissoudre $17^{kil},15$ de chromate neutre de potasse (ou la quantité équivalente de bichromate saturé) dans 50 litres d'eau.

Cette solution est versée sur le précipité de carbonate de plomb, pendant qu'on l'agite constamment. Le brassage est continué jusqu'à ce que l'eau mère soit complètement décolorée.

On obtient par cette méthode des jaunes d'autant plus clairs que la proportion de carbonate de plomb est plus considérable.

Si l'on opérait à chaud, on aurait un chromate basique orangé et même rouge orangé.

C'est ainsi d'ailleurs qu'on obtient du chromate basique, d'un rouge presque vermillon, en faisant bouillir pendant plusieurs heures du chromate neutre de potasse et de la céruse. Ces deux produits sont employés à poids égaux; on ajoute une quantité d'eau convenable pour dissoudre le carbonate de potasse qui s'est formé et qu'on emploie pour neutraliser du bichromate.

On fabrique des jaunes de chrome de qualité médiocre en utilisant certains résidus plombiques; par exemple, le sulfate de plomb, résidu de la préparation de l'acétate d'alumine par l'acétate de plomb et le sulfate d'alumine.

Le sulfate de plomb est délayé avec une solution de bichromate de potasse ou de bichromate neutralisé. Si l'action se prolonge et si l'on chauffe, la décomposition peut être presque complète; on obtient du sulfate de potasse soluble et du chromate neutre de plomb. Mais, le plus souvent, on ne laisse agir le chromate que le temps nécessaire pour colorer le sulfate de plomb en jaune clair; on obtient de cette façon des *mélanges* de sulfate et de chromate de plomb qui sont loin d'avoir l'éclat et la fraîcheur de ton des *combinaisons* de sulfate et de chromate préparées comme nous l'avons indiqué plus haut.

L'oxychlorure de plomb, produit par l'action du sel ordinaire et de l'eau sur la litharge, peut aussi donner des jaunes de chrome quand on le traite par le chromate de potasse.

Dans l'action du sel sur la litharge, une certaine quantité de soude est mise en liberté; on traite donc le produit brut, sans lavage, par une solution de bichromate de potasse qui est saturée par la soude libre.

Comme l'oxychlorure représente une combinaison de chlorure et d'oxyde de plomb, on obtient de cette façon du chromate de plomb basique, jaune orangé foncé et même presque rouge.

Pour avoir des jaunes clairs, on ajouterait d'abord de l'acide sulfurique pour saturer la soude et l'oxyde de plomb de l'oxychlorure. On aurait ainsi un mélange de sulfate et de chlorure de plomb avec du sulfate de soude; en ajoutant du chromate de potasse, on produirait un jaune clair analogue à celui que donne le sulfate de plomb.

Ce procédé a été imaginé par M. Zanzol; mais nous croyons qu'au lieu de traiter la litharge par le sel, il vaut mieux l'employer à faire du nitrate de plomb, d'autant plus que les nitrates se retrouvent dans les eaux mères.

Le *jaune de Cologne* n'est autre chose qu'un jaune de chrome impur, très chargé de sulfate de chaux; mais il est doué d'un vif éclat et on l'emploie beaucoup dans la peinture en décors, soit à l'eau, soit même à l'huile en mélange avec la céruse.

Pour le fabriquer, on prépare d'abord du sulfate de chaux bien pur; le plâtre blanc (plâtre fin pour moulages) peut être employé; mais le plus souvent on trouve avantage à précipiter du chlorure de calcium par du sulfate de soude en solution assez étendue pour que le sulfate de chaux ne se prenne pas en masse.

Le chlorure de calcium est un résidu sans valeur dans plusieurs industries chimiques; on peut d'ailleurs le préparer en traitant du carbonate de chaux (débris de pierre calcaire) par l'acide chlorhydrique. On sursature par un lait de chaux de manière à précipiter l'oxyde de fer que contiennent toujours les carbonates de chaux. La liqueur éclaircie par le repos est précipitée par le sulfate de soude qui doit être aussi bien exempt de fer.

On fait digérer le sulfate de chaux (simplement égoutté) avec une solution d'acétate ou de nitrate de plomb; il se forme ainsi du sulfate de plomb qui reste intimement mêlé avec le sulfate de chaux en excès. On ajoute alors la solution de chromate et on brasse fortement à plusieurs reprises.

L'analyse d'un jaune de Cologne a donné les nombres suivants :

Chromate de plomb.	25
Sulfate de plomb.	15
Sulfate de chaux	60
	100

(M. Boutron-Charlard.)

CHROMATES DE ZINC

Le chromate neutre de zinc est soluble dans l'eau ; il est d'un jaune brunâtre et ne peut servir comme couleur.

Mais il existe plusieurs chromates de zinc basiques d'une belle couleur jaune, et même un chromate double de zinc et de potasse, presque insoluble dans l'eau, coloré en jaune vif.

Ces chromates servent de bases aux *jaunes de zinc* qui présentent sur les jaunes à base de plomb l'avantage de ne pas noircir par les émanations sulfureuses et de ne pas être aussi vénéneux que les composés de plomb.

Pour préparer le chromate de zinc destiné à la peinture, on opère de la manière suivante (procédé Leclaire et Barruel) :

On fait dissoudre à chaud 100 kilogrammes de bichromate de potasse pulvérisé dans de l'eau qui doit être aussi pure que possible.

On sature exactement ce sel par 95 kilogrammes de cristaux de soude préalablement dissous.

D'autre part, on fait dissoudre à chaud du sulfate de zinc du commerce dans trois fois son poids d'eau. On fait passer un courant de chlore dans la liqueur, de manière à peroxyder le fer que contient toujours le sulfate de zinc brut.

Le liquide soumis à l'ébullition laisse déposer du sulfate de peroxyde de fer basique. On ajoute de l'oxyde de zinc qui précipite l'oxyde de fer et en même temps un peu d'oxyde de cuivre si le sulfate de zinc en renferme.

La solution filtrée est saturée par du carbonate de soude jusqu'à formation d'un précipité persistant de carbonate de zinc.

Après avoir clarifié, on mélange avec le chromate double de potasse et de soude qu'on doit employer dans la proportion de 100 kilogrammes de sel double (supposé sec) pour 184^k,50 de sulfate de zinc purifié (supposé de même à l'état anhydre).

Il se forme ainsi un précipité jaune vif qu'on lave à plusieurs eaux. La solution est fortement colorée en jaune; on l'évapore de manière à la réduire au tiers de son volume; elle est alors de nouveau saturée par 85^k,35 de cristaux de soude.

On obtient de cette façon une nouvelle quantité de chromate identique au précédent.

Les eaux mères sont fortement jaunes. On peut les évaporer à sec et calciner

le résidu en rouge. Il se forme ainsi une combinaison verte d'oxyde de chrome et d'oxyde de zinc (vert de Rinmann) qui peut être employée comme couleur.

On peut aussi faire passer dans les eaux mères un courant d'acide sulfhydrique. Il se forme un précipité d'oxyde de chrome mêlé de sulfure de zinc. Ce précipité, lavé et calciné, donne une couleur verte utilisable pour la peinture.

Les jaunes de zinc du commerce sont quelquefois très purs, mais le plus souvent additionnés de matières étrangères.

Analyse d'un jaune anglais :

Acide chromique	14,94
Oxyde de zinc	75,35
Acide carbonique	3,61
Eau	6,19
	100,00

Analyse de deux jaunes de zinc (fabrication allemande) :

Acide chromique	11,88	9,21
Oxyde de zinc	45,78	61,40
Sulfate de baryte	42,34	29,32
	100,00	100,00

(M. Wagner.)

On peut encore fabriquer le chromate de zinc basique, en faisant dissoudre 100 kilogrammes de bichromate de potasse dans 400 litres d'eau bouillante et ajoutant 50 kilogrammes de blanc de zinc de première qualité.

Le mélange, soumis à l'ébullition pendant quelque temps, donne un jaune de belle qualité. Les eaux-mères sont colorées en jaune; on les utilise en les précipitant par du sulfate de zinc saturé, ce qui donne un précipité plus clair que le précédent.

CHROMATE DE BARYTE

C'est une couleur d'un jaune très clair et assez vif, qui fournit peu, mais qu'on emploie quelquefois pour *allonger* des jaunes ou des verts, car elle a une densité fort considérable.

On l'obtient aisément en précipitant par le bichromate (saturé par les cristaux de soude) une solution de chlorure de baryum bien exempte de fer.

Cette couleur est peu employée. Il en est de même des *chromates de chaux*, *de strontiane*, etc., qui sont jaunes et un peu solubles dans l'eau. Le chromate de strontiane est d'un ton assez vif, demi-transparent; on s'en est servi quelquefois pour les verts composés destinés aux feuillages pour fleurs artificielles.

CHROMATE DE FER BASIQUE

Ce produit, désigné sous le nom assez singulier de *jaune sidérin*, a été préparé par M. Kletzinski.

Il est d'un jaune très vif, forme de beaux verts avec les bleus (même avec l'outremer) et convient à toute espèce de peinture.

On le prépare en faisant bouillir une solution de chlorure de fer avec un excès de bichromate de potasse.

Au bout de quelques heures d'ébullition, le précipité est recueilli, puis lavé à grande eau, de manière à enlever les sels solubles. Comme les eaux de lavage contiennent des chromates, on peut les utiliser en les précipitant par un sel de plomb.

Le rendement ne s'élève guère au-dessus du quart du poids du bichromate employé.

JAUNE DE NAPLES

C'est à Naples qu'on a commencé à fabriquer cette couleur, vers le milieu du siècle dernier.

Le jaune de Naples présente une teinte variable du jaune clair au jaune assez vif, souvent relevé d'un léger ton rosé. C'est une couleur solide, qui couvre très bien et qu'on emploie dans la peinture en décors aussi bien que dans la peinture d'art.

Le véritable jaune de Naples est un *antimoniate de plomb*, plus ou moins mêlé d'oxyde de plomb en excès.

On vend très souvent, sous le nom de *jaune de Naples*, des mélanges de carbonate et de chromate de plomb ; ces mélanges sont d'ailleurs aussi solides que l'antimoniate de plomb.

On a décrit un grand nombre de procédés propres à la fabrication du jaune de Naples.

Tous se réduisent à chauffer de l'acide antimonique avec de l'oxyde ou du carbonate de plomb; ou de l'antimoine finement pulvérisé avec des matières oxydantes, telles que du nitre et de l'oxyde de plomb ; ou enfin des alliages de plomb et d'antimoine avec des matières oxydantes, etc.

C'est par l'un de ces procédés qu'on a d'abord obtenu l'antimoniate de plomb

dans un four de potier, à Naples. On a cru longtemps que le *jaune de Naples* se trouvait dans les laves rejetées par le Vésuve; mais nous croyons que c'est une fable accréditée par les premiers fabricants pour mieux dissimuler leurs procédés.

Une des plus anciennes recettes connues est celle qui a été publiée par Fougeroux de Bondaroy.

On pulvérise séparément chacune des matières suivantes :

Céruse.	24	kilogrammes.
Antimoniate de potasse	4	—
Chlorhydrate d'ammoniaque. . .	1	—
Alun.	1	—

On mélange intimement et on chauffe au rouge dans un creuset pendant trois heures.

La masse obtenue est à demi vitrifiée, d'un beau jaune clair; elle doit être finement broyée et soumise à un lavage complet.

Guimet, l'auteur de la grande découverte de l'outremer artificiel, a constaté qu'on peut obtenir le jaune de Naples en chauffant un mélange de deux parties de minium et une partie d'antimoniate de potasse.

Brunner a étudié avec soin la production de ce même corps. Après de nombreux essais, il s'est arrêté au procédé suivant :

On chauffe lentement jusqu'à la fusion un mélange très intime des matières suivantes :

Émétique pur (tartrate de potasse et d'antimoine).	1	partie.
Nitrate de plomb pur	2	—
Chlorure de sodium.	4	—

Il faut se garder de chauffer à une température trop élevée. La masse, détachée du creuset, est finement broyée, et soumise à un lavage complet. On avive la couleur par un lavage à l'acide chlorhydrique.

Il est évident que ce procédé n'est pas industriel; c'est un simple essai de coloration. Le prix de revient du jaune de Naples serait beaucoup trop élevé.

Ce qui paraît le plus avantageux, c'est de chauffer, sous l'action d'un courant d'air, un alliage de plomb et d'antimoine, en proportions convenables. Il est nécessaire d'enlever les oxydes à mesure qu'ils se forment. On obtient ainsi une *crasse métallique* qu'on réduit en poudre et qu'on mélange avec un peu de nitre et du sel marin; le produit est calciné de nouveau au rouge sombre, broyé de nouveau et soumis à un lavage complet.

Dans cettre préparation, le nitre sert à compléter l'oxydation de l'antimoine qui pourrait être, en partie, à l'état d'oxyde d'antimoine.

Au lieu d'oxyder un alliage composé tout exprès, M. Hick a proposé d'employer les crasses provenant de l'affinage des plombs impurs; mais, comme ces crasses contiennent de l'arsenic, la couleur devient arsenicale, ce qu'il faut éviter avant tout ; car certains pays repoussent absolument tout produit manufacturé contenant de l'arsenic.

JAUNE MINÉRAL

Synonymes. — Jaunes de Turner, de Cassel, de Kassler, de Vérone, de Paris, de Montpellier, etc.

Toutes ces couleurs ont pour bases des oxychlorures de plomb obtenus par des procédés assez variés. C'est un anglais, nommé Turner, qui l'a préparé le premier.

Le célèbre chimiste Chaptal, qui possédait une fabrique de produits chimiques, a décrit exactement le procédé suivi dans cette fabrique pour la préparation du jaune de Turner.

On mélange intimement quatre parties de litharge finement broyée et passée au tamis avec de l'eau salée préparée en dissolvant une partie de sel dans quatre parties d'eau.

La matière se gonfle et devient blanche, par suite de la formation d'un oxychlorure de plomb et d'une certaine quantité de soude caustique.

Le mélange deviendrait dur et sec; mais on ajoute une nouvelle portion d'eau salée broyant de nouveau, et ainsi de suite, jusqu'à épuisement de l'eau salée.

On ajoute alors de l'eau pure et on lave plusieurs fois par décantation.

Le produit est alors calciné au rouge sombre dans un creuset; il devient d'un assez beau jaune, moins vif cependant que le jaune de Naples. Si l'on chauffe jusqu'à fusion complète, l'oxychlorure donne une masse vitreuse d'un jaune clair, de nuance plus vive, mais qui est plus difficile à pulvériser.

D'autres procédés consistent à chauffer la litharge ou le minium avec une certaine quantité de chlorhydrate d'ammoniaque jusqu'à fusion de l'oxychlorure.

Le produit est d'un jaune citron fort vif, même quand il est réduit en poudre fine.

Le sel ammoniac agissant comme réducteur, une partie du plomb est ramenée à l'état métallique; elle se rassemble au fond du creuset.

En général, les procédés fondés sur l'emploi du sel ammoniac donnent un produit de nuance plus éclatante. On peut aussi chauffer et même fondre des mélanges en proportions d'oxyde et de chlorure de plomb.

Le jaune de Turner est surtout employé pour la peinture en décors. On le remplace fort souvent par les jaunes de chrome, surtout depuis que ces produits peuvent être fabriqués à bon marché.

JAUNE MINÉRAL FIN

Synonymes. — Jaune d'antimoine, jaune de Mérimée.

Comme l'indique ce dernier nom, c'est Mérimée qui a réalisé le premier cette préparation.

C'est une sorte de combinaison d'antimoniate et d'oxychlorure de plomb; autrement dit, le jaune de Mérimée représente un produit intermédiaire entre le jaune de Naples et le jaune de Turner; mais il est beaucoup plus brillant et plus foncé que la première de ces deux couleurs et plus solide que la seconde.

Dans la préparation de son jaune, Mérimée faisait entrer une certaine quantité de bismuth.

Il fondait au creuset un mélange de 3 parties de bismuth avec 24 de sulfure d'antimoine et 64 de nitre. La masse fondue était versée peu à peu dans l'eau froide, puis broyée et lavée complètement.

On obtient de cette façon un antimoniate de bismuth, de couleur jaune sale, contenant un excès d'acide antimonique.

Le produit desséché est mêlé avec son poids de chlorhydrate d'ammoniaque et seize fois son poids de litharge aussi pure que possible. Le mélange doit être fort intime; on le fond dans un creuset. Il ne reste plus qu'à broyer et laver la masse fondue.

La présence du bismuth ne paraît pas absolument nécessaire; on obtient de très beaux jaunes d'antimoine en chauffant à une température convenable, même au-dessous de la fusion, un mélange intime d'acide antimonique et d'oxychlorure de plomb, ou d'antimoniate de potasse et de chlorure de plomb.

SULFATE DE PLOMB BASIQUE

Ce produit, d'un jaune clair, est employé quelquefois sous le nom de *jaune paille minéral.*

On le prépare en fondant parties égales de sulfate de plomb et de litharge bien broyées.

La matière est coulée dans l'eau froide, puis pulvérisée.

C'est un jaune pâle, assez vif, dont la teinte varie avec les proportions em-

ployées. Il est solide, mais, comme toutes les couleurs à base de plomb, il est vénéneux et sujet à noircir par les émanations sulfureuses.

AUTRES JAUNES A BASE DE PLOMB

On a employé quelquefois comme jaune très pâle le *massicot* (oxyde de plomb préparé en chauffant le plomb sous l'action d'un courant d'air à une température aussi basse que possible). Si l'on chauffait trop, on n'obtiendrait que de la *litharge* (protoxyde de plomb fondu) qui cristalliserait par le refroidissement en paillettes rougeâtres; et la litharge en poudre ne peut servir comme couleur.

L'*arsenite de plomb* est d'un beau jaune; on l'a employé quelquefois pour remplacer l'orpiment qu'il égale en éclat et surpasse en solidité. Mais c'est une couleur extrêmement vénéneuses, qu'on doit proscrire d'une manière absolue.

On obtient l'arsénite de plomb propre à la peinture, en fondant au creuset un mélange très intime de 10 kilogrammes d'acide arsénieux et 7 kilogrammes de litharge, très finement broyée. On porte peu à peu la température jusqu'au rouge. Le fourneau doit être muni d'un très bon tirage, car les vapeurs d'acide arsénieux sont mortelles.

La masse est ensuite pulvérisée (en évitant les poussières).

Comme il existe plusieurs arsénites de plomb, la couleur peut varier du jaune clair à l'orangé presque rouge, suivant les proportions employées et la durée de la cuisson; car une partie de l'acide arsénieux se dégage par l'action de la chaleur.

L'*iodure de plomb* est d'un jaune d'or très éclatant; il est soluble dans douze cents fois son poids d'eau froide et deux cents fois d'eau bouillante; il se dépose de cette solution en paillettes fort brillantes.

On l'obtient en décomposant par l'iodure de potassium ou de sodium le nitrate de plomb (de préférence à l'acétate).

Il faut avoir soin de laver deux ou trois fois à l'eau froide; autrement on dissoudrait une portion notable du produit.

L'iodure de plomb est d'un prix élevé : il est d'ailleurs peu résistant à l'action de la lumière.

Il partage, avec toutes les couleurs à base de plomb, le double défaut d'être vénéneux et de noicir par les émanations sulfureuses.

En résumé, de tous les jaunes de plomb, ce sont toujours les chromates (largement additionnés de carbonate ou combinés avec le sulfate) qui sont les plus employés.

SULFURE D'ARSENIC

Synonymes. — Orpiment, orpin, réalgar jaune.

C'est le *trisulfure d'arsenic*, composé d'une belle teinte jaune d'or, d'où lui vient son nom, *orpiment*, du latin *auri pigmentum* (couleur d'or).

Les anciens grecs connaissaient déjà l'orpiment et s'en servaient pour la peinture.

Le sulfure d'arsenic naturel vient surtout de la Perse et de la Chine; c'est un produit d'une belle couleur jaune quand il est réduit en poudre fine.

Il est assez solide et n'est presque pas vénéneux; mais il possède le grave défaut de noircir ou de brunir les couleurs à base de plomb.

On trouve dans le commerce le *faux orpin* ou *orpin artificiel*, qui est extrêmement vénéneux et ne doit être employé qu'avec beaucoup de prudence.

On le fabrique en Allemagne sur une grande échelle en chauffant un mélange très intime de 1 kilogramme de fleur de soufre et 7 kilogrammes d'acide arsénieux en poudre très fine.

L'opération se fait dans un creuset qu'on recouvre d'une sorte de chapiteau où se condense le sulfure d'arsenic avec une partie d'acide arsénieux ayant échappé à la combinaison. En outre, certaines parties sont d'un jaune clair et d'autres d'un orangé presque rouge.

Dans un faux orpiment d'Allemagne, Guibourt a trouvé jusqu'à 94 p. 100 d'acide arsénieux et seulement 6 p. 100 de sulfure d'arsenic. Ce produit était donc aussi dangereux que l'acide arsénieux lui-même.

On fabrique aussi en Allemagne du *faux réalgar* (sulfure rouge d'arsenic artificiel) en variant les proportions de soufre et d'acide arsénieux (1 kilogramme du premier pour 2 du second), soumis à l'action de la chaleur.

Ce produit est fort peu employé en peinture; les mégissiers en consomment de grandes quantités pour en faire avec de la chaux une pâte qui leur sert à détacher la laine des peaux de moutons; c'est ce qu'on appelle le *procédé*. Ce mélange est d'ailleurs remplacé par le sulfure de sodium.

Les sulfures d'arsenic sont du reste de mauvaises couleurs; elles altèrent la plupart des autres produits employés en peinture.

La meilleure manière de les obtenir pures, ce serait de les précipiter d'une solution d'acide arsénieux dans l'acide chlorhydrique ou d'acide arsénique dans l'eau (en prolongeant l'action de l'acide sulfhydrique).

On a aussi indiqué le procédé suivant :

Le sulfate de baryte chauffé au rouge vif avec du charbon en poudre mêlé de goudron donne du sulfure de baryum.

On fait bouillir ce produit avec de l'eau et de l'orpiment en poudre. La liqueur devient jaune, elle se charge de sulfarsénite de sulfure de baryum.

Si on ajoute de l'acide sulfurique dans la solution filtrée, on précipite en même temps du sulfate de baryte et du sulfure d'arsenic qui se trouvent intimement mélangés.

Le produit est d'un jaune très clair et très brillant, mais il a tous les défauts des sulfures d'arsenic.

L'action de l'acide sulfurique donnant lieu à un vif dégagement d'acide sulfhydrique, on peut absorber la plus grande partie de ce gaz et augmenter le rendement en ajoutant de l'acide arsénieux dissous dans l'acide chlorhydrique ou de l'acide arsénique. (M. Wagner.)

SOUS-SULFATE DE MERCURE

C'est le *turbith minéral* des anciens chimistes.

On a proposé de l'employer comme couleur, car il est d'un jaune très vif.

Il est fort peu stable, très vénéneux et d'un prix élevé; cette raison suffit à elle seule pour que cette couleur ne soit pas usitée.

On l'obtient d'ailleurs aisément en versant peu à peu dans une grande masse d'eau froide une solution de sulfate de mercure.

JAUNE DE CADMIUM

Cette admirable couleur a été découverte en 1817, par Stromeyer.

Il était chargé d'inspecter les pharmacies du Hanovre.

Ayant reconnu que certains sulfates de zinc précipitaient en jaune par l'acide sulfhydrique, il crut d'abord à la présence de l'arsenic ou de l'étain (au maximum). Mais il prit soin d'étudier le précipité jaune, et il découvrit ainsi un métal fort important, le *cadmium*, qui donne avec le soufre une combinaison d'un très beau jaune.

Le sulfure de cadmium est tout à fait solide; il résiste à la lumière aussi bien qu'à l'action des réactifs usuels. Quand il est pur, il peut être mêlé avec toute autre couleur sans l'altérer. Certains jaunes de cadmium contiennent du soufre libre et peuvent, à la longue, brunir les composés de plomb; on reconnaît aisément ce genre d'impureté en chauffant le jaune de cadmium dans un petit tube à essai; s'il contient du soufre en excès, on voit ce corps se volatiliser et se condenser sur les parois du tube.

Le sulfure de cadmium n'est pas vénéneux; ce serait donc une couleur parfaite,

si elle n'était d'un prix élevé ; de sorte qu'on ne peut l'employer que pour la peinture d'art.

Le cadmium se rencontre en petite quantité dans les minerais de zinc. Quand on traite ces minerais pour extraire le métal, le cadmium, plus volatil que le zinc, se dégage le premier; il brûle en partie à l'orifice des appareils distillatoires et forme des croûtes brunâtres très riches en oxyde de cadmium ; ce sont les *cadmies* des anciens métallurgistes ou du moins des produits analogues; car cette expression s'appliquait à tous les produits volatils entraînés à la partie supérieure des hauts fourneaux et autres appareils métallurgiques.

Dans les premières heures de la distillation du zinc, les ouvriers enlèvent ces produits riches en cadmium et les redistillent avec du charbon ; c'est ainsi qu'on obtient le cadmium du commerce, dont le prix, d'abord très élevé, a fini par descendre au-dessous de vingt francs le kilogramme.

Le cadmium est dissous dans l'acide chlorhydrique ou sulfurique; le sel ainsi formé doit être purifié avec soin.

Si on précipite la solution très étendue par l'acide sulfhydrique et qu'on laisse agir un excès de cet acide, on aura du sulfure de cadmium jaune orangé foncé, presque rouge.

Dans d'autres conditions, on obtiendra des jaunes francs et même des jaunes tout à fait clairs.

JAUNE INDIEN

C'est une fort belle couleur, d'un jaune doré, transparent et d'une *chaleur* de ton des plus remarquables.

Avec le jaune indien et le bleu de Prusse on obtient des verts admirables.

Mêlé avec le carmin, le jaune indien donne des tons d'une vivacité extraordinaire.

Ce jaune est fort employé pour l'aquarelle ; on s'en sert aussi beaucoup pour la peinture à l'huile ; il forme des *glacis* transparents qui font très bien valoir les couleurs de fond et produisent les plus heureux effets.

Le jaune indien est suffisamment solide et il est absolument inoffensif.

Comme il est d'un prix élevé, on l'emploie surtout pour la peinture d'art et très rarement pour le décor.

Le jaune indien nous arrive des Indes, par la voie anglaise. Il est apporté à Calcutta par des marchands qui l'achètent au Thibet.

Il se présente sous la forme de boules ou plutôt de *poires* de la grosseur du poing qu'on a pétries grossièrement à la main et qu'on a fait sécher en les fixant sur un bout de roseau.

Le jaune indien brut est recouvert d'une mince pellicule grisâtre. Pour le purifier, on commence par enlever cette pellicule à l'aide d'un couteau, comme

si l'on épluchait une poire. Le produit est grossièrement écrasé et mis à digérer avec de l'eau et de l'ammoniaque ; il se désagrège complètement et on le fait passer à travers un tamis fin qui retient les impuretés (débris de roseaux, de feuilles, de poils de chèvre ou de buffle, etc.).

Le jaune purifié est recueilli sur un filtre ; puis étalé sur des feuilles de verre et séché à une douce chaleur.

On ne connaît absolument rien sur la fabrication du jaune indien. Dans le pays, on le désigne sous le nom de *purree*, que les anglais prononcent à peu près *pioury;* de sorte que certains auteurs ont décrit cette matière sous le nom de *pioury.*

Il est probable qu'on fait fermenter certaines plantes avec de l'urine putréfiée ; dans un travail resté inédit, nous avons trouvé qu'il est possible d'extraire du jaune indien une quantité notable d'*acide hippurique :* fort abondant, comme on sait, dans les urines des herbivores (Cloëz et Guignet).

On prétend que ce sont les fruits du *mangoustan* (*Mangostana* ou *Garcinia*) qui fournissent la matière jaune. Il ne faut pas confondre cet arbre avec le *manguier* (*Mangifera indica*) qui fournit la *mangue comestible* si connue dans les pays intertropicaux.

Pour empâter le suc jaune dont la couleur s'est développée sous l'action du carbonate d'ammoniaque de l'urine putréfiée, on emploie sans doute le carbonate de magnésie ; car le jaune indien renferme de la magnésie combinée et même une certaine quantité de carbonate de magnésie à l'état de liberté.

Le jaune indien brut est d'ailleurs de qualité assez variable. Il exhale toujours une forte odeur de bouc ; mais la couleur varie du jaune orangé très vif au jaune clair. Nous avons analysé un jaune indien brut qui contenait plus de la moitié de son poids d'*euxanthone*, produit d'un jaune très clair, qui ne convient pas pour la peinture.

Au point de vue chimique, le jaune indien n'est autre que de l'*euxanthote de magnésie basique.*

Quand on traite le jaune indien brut par de l'acide chlorhydrique un peu étendu, la teinte s'éclaircit beaucoup ; il se transforme en *acide euxanthique*, corps cristallisé en fines aiguilles, d'un jaune paille, soluble dans l'eau et dans l'alcool. La liqueur retient du chlorure de magnésium qu'on peut séparer assez facilement, car l'acide euxanthique n'est pas très soluble dans l'eau.

Cet acide, découvert par Erdmann et Stenhouse, a pour formule :

$$C^{21}H^{18}O^{11}.$$

Les euxanthotes neutres sont représentés par :

$$C^{21}H^{17}O^{10},MO;$$ M désignant un métal quelconque.

Par ses propriétés générales, il se rapproche des tannins et principalement de l'acide *morintannique* ou tannin du bois jaune.

Les euxanthotes alcalins sont jaunes, très solubles dans l'eau. L'euxanthote de plomb est d'un beau jaune, mais il manque de transparence ; tandis que l'euxanthote basique de magnésie possède l'éclat et la transparence du jaune indien naturel.

Toutefois, il est difficile, de même avec de l'acide euxanthique très pur, de préparer un sel de magnésie comparable au jaune indien purifié.

Quand on traite l'acide euxanthique par l'acide sulfurique concentré ou quand on le soumet à la distillation sèche, on obtient l'*euxanthone*, qui diffère de l'acide euxanthique par les éléments de l'eau.

Ce corps a pour formule :

$$C^{20}H^{12}O^{6}.$$

D'après M. Baeyer et d'autres chimistes, cette formule doit être remplacée par $C^{13}H^{8}O^{4}$.

L'euxanthone se sublime en belles aiguilles d'un jaune clair. Très peu soluble dans l'eau, ce corps se dissout bien dans l'alcool et dans l'éther. Les alcalis dissolvent l'euxanthone; les acides le précipitent de cette solution sans l'altérer.

Les relations entre l'acide euxanthique et l'euxanthone sont les mêmes qu'entre l'acide gallique et l'*acide pyrogallique* ou *pyrogallol*.

L'acide nitrique, le chlore, le brome, etc., transforment l'acide euxanthique et l'euxanthone en produits bien définis, étudiés surtout par Erdmann et Stenhouse.

Mais, jusqu'à présent, il a été impossible de produire artificiellement l'acide euxanthique et le jaune indien; on finira sans doute par y arriver, puisqu'on a déjà fait la synthèse de l'acide gallique et celle du tannin.

Il serait très intéressant de savoir avec quelles plantes on fabrique le jaune indien; on a cru d'abord que ce produit était d'origine animale; on l'a pris pour des concrétions biliaires, analogues à celles qu'on trouve dans le fiel de bœuf. C'était absolument faux, il n'y a rien d'animal dans la fabrication du jaune indien, à part l'urine putréfiée qu'on emploie comme source de carbonate d'ammoniaque.

Un jaune indien purifié, provenant de Paris et analysé par M. Wagner, contenait :

Matières minérales	52,3
— organiques	47,7
	100,0

La partie organique était de l'acide euxanthique presque pur.

La partie minérale était formée de :

Magnésie	28
Alumine	72
	100

Cette composition correspond à très peu près à celle du *spinelle magnésien* $Al^{2}O^{3},MgO$.

On peut obtenir un semblable composé en faisant dissoudre :

Alun de potasse	45	grammes.
Sulfate de magnésie	13	—
Chlorhydrate d'ammoniaque	6	—

dans une quantité d'eau suffisante (un quart de litre environ).

On ajoute peu à peu de l'ammoniaque en agitant constamment, l'alumine se précipite en entraînant avec elle presque toute la magnésie.

Cet aluminate de magnésie (ou *spinelle hydraté*) peut servir à la préparation des laques, comme nous l'avons indiqué précédemment.

M. Wagner, qui en a proposé l'emploi, a essayé de s'en servir pour préparer des jaunes indiens de belle qualité.

Au lieu d'ajouter de l'ammoniaque pure à la solution mixte indiquée plus haut, il y versait de l'acide euxanthique dissous dans la plus faible quantité possible d'ammoniaque caustique.

Toutefois, il reconnaît que le précipité jaune ainsi obtenu n'avait pas l'éclat du produit analysé, bien qu'il en eût à peu près la composition.

Il en conclut que ce jaune indien a été obtenu par un procédé secret. Nous croyons plutôt que c'était du jaune indien naturel purifié avec beaucoup de soin; en effet, le produit naturel renferme constamment de l'alumine.

GOMME-GUTTE

C'est une *gomme-résine* qui nous arrive du Cambodge sous la forme de gros bâtons d'un jaune foncé. Elle paraît être produite par diverses espèces de *garcinia* (vulgairement *Guttiers*). Des arbres appartenant à un genre voisin (*Stalagmitis*), donnent un produit analogue qui a été souvent confondu avec la gomme-gutte.

Du reste, les qualités commerciales sont assez différentes, selon les pays d'origine. Ainsi la gomme-gutte qui vient de Ceylan, passe pour être de qualité inférieure.

Quand on traite la gomme-gutte par l'alcool très concentré, on enlève toute la matière colorante jaune qui paraît être un principe bien défini, fonctionnant comme un acide faible, à la manière des résines.

La partie insoluble dans l'alcool représente environ 20 p. 100; c'est une gomme analogue à la gomme ordinaire; elle se dissout assez facilement dans l'eau, surtout quand on chauffe.

Délayée avec l'eau, la gomme-gutte forme une liqueur laiteuse (ou *émulsion*) d'un très beau jaune. La matière résineuse jaune est ainsi maintenue en suspension par la gomme et ne se dépose qu'au bout d'un temps très long.

La gomme-gutte ne peut être employée que pour l'aquarelle.

Il ne faut pas oublier que ce produit est fort vénéneux.

On s'en est servi quelquefois en médecine comme *purgatif drastique*, en l'associant au calomel, au séné, etc. Il serait dangereux de l'employer seule et à dose un peu forte.

LAQUES JAUNES

I. — LAQUE DE GAUDE

C'est la plus solide de toutes les laques jaunes et la seule qu'on doive employer pour la peinture d'art. Toutefois elle n'est pas d'une solidité absolue.

La *gaude* (*Reseda luteola*), est une plante indigène qu'on cultive en grand pour les besoins de la teinture, bien que l'usage en ait beaucoup diminué.

Pour fabriquer la laque de gaude, on choisit de la gaude bien récoltée et bien séchée, qui n'est pas brunie par suite de la pluie et de l'exposition à l'air et à la lumière. Il ne faut pas croire que les gaudes restées un peu vertes après le séchage, sont de qualité inférieure; l'expérience prouve qu'elles sont d'un aussi bon usage que les produits d'une teinte jaune pure.

Pendant fort longtemps, la Hollande a conservé le privilège de fabriquer les plus belles laques de gaude; mais les procédés sont actuellement assez bien connus.

M. Chevreul a découvert le principe colorant de la gaude, la *lutéoline*, qui cristallise en belles aiguilles et se comporte comme un acide faible.

La lutéoline est à peine colorée, mais elle devient d'un jaune foncé sous l'influence d'une base énergique (potasse, chaux, etc.).

Elle est peu soluble dans l'eau, même bouillante; elle se dissout en plus grande quantité dans l'eau chauffée à 200 degrés, sous pression, dans un tube de verre entouré d'un cylindre d'acier qu'on ferme avec un bouchon à vis (MM. Schützenberger et Paraf).

Pour préparer la laque de gaude, on commence par couper la plante sèche en menus fragments, on rejette les racines et les parties avariées.

La gaude est maintenue dans l'eau froide pendant 12 heures, puis on porte à l'ébullition en ajoutant un poids d'alun pulvérisé égal à celui de la gaude.

On laisse bouillir pendant quelques instants et on filtre sur une toile; la liqueur est alors précipitée par une solution de carbonate de soude qu'on ajoute peu à peu tant qu'il se produit une effervescence. Mais il faut avoir bien soin de ne pas employer trop de carbonate de soude, car on doit précipiter du sulfate d'alumine tribasique plutôt que de l'alumine en gelée.

La matière colorante est entraînée avec le précipité; il suffit de la recueillir après l'avoir lavée par décantation et de la sécher à une douce chaleur.

Un autre procédé consiste à préparer d'abord une *base blanche* en faisant bouillir 1 kilogramme de craie pure dans un litre d'eau et ajoutant 100 grammes d'alun pulvérisé. Il se produit une vive effervescence, de sorte qu'il faut opérer dans un vase suffisamment spacieux.

On agite vivement le mélange tout en maintenant l'ébullition et on verse peu à peu une décoction de gaude jusqu'à ce que la matière blanche ne prenne

plus de principe colorant ; il est facile de vérifier l'intensité de la coloration en prélevant quelques échantillons qu'on fait sécher sur du plâtre ou de la craie.

L'eau mère séparée de la laque sert pour traiter une nouvelle quantité de gaude.

II. — STIL DE GRAIN

On désigne sous ce nom une laque de composition souvent très complexe qu'on n'emploie que pour peindre les décors de théâtre, colorer les parquets, etc... Elle manque de solidité et ne doit jamais servir pour les peintures d'art.

C'est surtout la *graine d'Avignon* (graine du *nerprun des teinturiers*, *Rhamnus infectorius*) qu'on emploie pour la fabrication du stil de grain. Mais on ajoute du quercitron, de la gaude, du bois jaune, quelquefois même du carthame et du curcuma.

Au lieu de graine d'Avignon (fruit desséché un peu avant la maturité du *Rhamnus infectorius*), on peut employer la graine de Perse (du *Rhamnus saxatilis*) ; elle est beaucoup plus riche, mais le prix en est plus élevé.

Toutes ces graines doivent être récemment récoltées. Les graines vieilles de plusieurs années sont noires au lieu d'être d'un jaune verdâtre assez clair. Elles ne donnent que des résultats forts médiocres : une partie des principes jaunes est détruite et il s'est formé des matières brunes qui donnent au stil de grain un ton rabattu.

Les matières colorantes des nerpruns ont été étudiées, d'abord par M. Clément, puis par un grand nombre de chimistes ; on en a distingué plusieurs (*rhamnine*, *rhamnégine*, *chrysorhamnine* et leurs dérivés).

Les composés formés pour ces matières ne sont pas stables : à peu près d'ailleurs comme ceux que donnent les principes colorants du bois jaune.

Pour préparer le stil de grain, il suffit de faire une décoction des matières jaunes indiquées plus haut en ajoutant de l'alun ou du sulfate d'alumine.

La décoction est filtrée puis additionnée de craie en poudre fine ; on agite vivement pour faciliter le dégagement d'acide carbonique. Il faut avoir soin de maintenir toujours en excès la décoction jaune, de façon que la base blanche puisse se saturer de matière colorante.

Le stil de grain est donc formé d'alumine ou de sulfate d'alumine tribasique, mêlé de sulfate de chaux et de craie en excès, le tout coloré par les matières jaunes employées pour la décoction.

Enfin, on peut préparer de belles laques jaunes avec le *quercitron*, l'écorce d'un chêne d'Amérique (*Qercus nigra*) ; mais ces couleurs manquent de solidité.

Dans ces dernières années, on a proposé de fabriquer les laques jaunes en précipitant les décoctions par une solution de *perchlorure d'étain* (*Composition d'étain* des teinturiers, anciennement *oxymuriate d'étain*) ou par du chlorure d'antimoine.

Les laques ainsi obtenues sont peut-être plus belles ; mais elles coûtent plus cher et la solidité n'est pas augmentée.

ROUGES

MINIUM

HISTORIQUE

Ce produit était connu des Grecs et des Romains; on avait observé, dès la plus haute antiquité, que la céruse chauffée se change en une espèce de minium.

Mais les anciens confondaient presque toujours le minium et le cinabre (sulfure de mercure). Les Grecs désignaient indifféremment sous le nom de *miltos* l'un ou l'autre de ces produits; ainsi Homère applique aux navires grecs l'épithète de *miltoparéoi* (littéralement, *aux joues rouges*); mais il paraît fort difficile de décider si c'était le minium ou le cinabre qui servait pour peindre les flancs des navires. On n'a, du reste, aucune indication sur la matière qui servait à fixer ce genre de peinture.

Dioscoride, médecin et naturaliste grec, qui vivait au commencement de l'ère chrétienne, déplore dans ses ouvrages qu'on fasse confusion entre deux matières aussi différentes que le minium et le cinabre.

PROPRIÉTÉS — USAGES

Comme le minium est à bon marché, on l'emploie en grandes quantités pour les papiers peints, pour la peinture des gros ouvrages de fer, la coloration des papiers en pâte, de la cire à cacheter, etc.

Il est d'un beau rouge orangé, d'une solidité suffisante, bien qu'il tende à brunir sous l'influence de la lumière.

On l'emploie quelquefois pour l'aquarelle et même pour la peinture des tableaux : c'est le *rouge de Saturne*. Mais il a le défaut d'être d'un ton *lourd* dépourvu de transparence.

Le minium est très vénéneux, comme tous les composés de plomb.

Au point de vue chimique, c'est un véritable *plombate de plomb;* c'est-à-dire une combinaison d'*acide plombique* (bioxyde de plomb, oxyde puce) avec du protoxyde de plomb.

Quand il est bien pur, il a pour formule :

$$PbO^2,2PbO = Pb^3O^4.$$

Mais, le plus souvent, les miniums du commerce contiennent un excès de protoxyde de plomb; d'après les analyses de Dumas, cette quantité d'oxyde libre peut s'élever de 25 jusqu'à 50 p. 100, selon les variétés de minium.

Dans son beau travail sur l'acide plombique, M. Fremy a démontré que le minium est bien un plombate de plomb et l'a produit par voie humide.

Quand on mélange avec du plombate de potasse une solution de protoxyde de plomb dans la potasse, on obtient un précipté jaune qui n'est autre que du minium hydraté. Ce précipité, lavé et légèrement calciné, donne du minium rouge du plus vif éclat.

Les deux solutions doivent être employées dans les rapports suivants :

$$PbO^2,KO \text{ et } 2(PbO,KO).$$

On connaît d'ailleurs d'autres plombates de plomb.

Le plombate neutre $PbO^2,PbO = Pb^2O^3$ s'obtient, selon M. Debray, quand on chauffe à l'air du massicot ou de la céruse et qu'on a soin que la température ne s'élève pas au-dessus de 350 degrés.

Le produit obtenu n'a pas d'intérêt comme couleur.

Quand on traite à chaud le minium par l'acide nitrique étendu d'eau, on obtient du nitrate de plomb qui reste dissous, plus de l'acide plombique sous la forme d'une poudre brune insoluble.

Il arrive souvent que le minium est falsifié avec de la brique pilée, du colcothar, etc., ce qu'on découvre aisément par l'analyse chimique.

Ces falsifications sont d'autant plus graves que le minium n'est pas seulement employé comme couleur, mais qu'il sert aussi à fabriquer le cristal qui serait de qualité fort inférieure s'il était préparé avec du minium impur.

On emploie aussi le minium, mélangé d'argile fine, pour vernir les poteries communes.

FABRICATION

Le *massicot* (protoxyde de plomb préparé à basse température) se change en minium quand on le maintient pendant longtemps à la température d'environ 400 degrés au contact de l'air :

$$3PbO + O = PbO^2,2PbO.$$

Le massicot se produit en fondant du plomb sur une sole de four à réverbère creusée en forme de cuvette. Il se forme une pellicule jaunâtre de massicot qu'on ramène avec un râble sur le bord de la sole. Le bain de plomb doit être constamment *découvert* afin que l'oxydation marche rapidement. Dans un four ordi-

naire, on transforme en douze heures de travail plus de 1,000 kilogrammes de plomb en massicot de bonne qualité, à la condition expresse de ne pas trop élever la température et d'enlever constamment l'oxyde; autrement on n'aurait que de la litharge qui ne convient pas du tout à la préparation du minium, bien qu'elle ait exactement la même composition que le massicot.

Le produit est porté sous des meules horizontales et broyé en présence de l'eau. Les parties les plus fines sont tenues en suspension dans cette eau qui se déverse constamment dans des caisses où s'opère le dépôt. L'arbre qui porte la meule volante porte en même temps un agitateur de manière à maintenir toujours en suspension le massicot, dont la densité est considérable.

Les parties les plus grossières sont retenues sur une toile métallique serrée; ce sont des parcelles de plomb qui ont échappé à l'oxydation et sont plus ou moins mêlées d'oxyde. C'est ce mélange que les ouvriers appellent le *son;* après l'avoir séché, on l'introduit dans le bain de plomb.

Le massicot est séché, puis transformé en minium par deux procédés assez différents :

1° *Méthode anglaise.* — Le massicot est chauffé sur la sole plate d'un four à réverbère; on le remue souvent pendant qu'il est soumis à l'action d'un courant d'air bien réglé. Avec la flamme de la houille, il serait difficile d'obtenir un produit d'une belle teinte, même en ménageant un excès d'air; mais avec les générateurs à gaz on obtient maintenant des flammes oxydantes qui n'entraînent aucune matière étrangère et dont l'action se règle à volonté.

2° *Méthode française.* — Elle est fort habilement pratiquée dans la grande usine de Portillon, près de Tours.

Le massicot est distribué dans des caisses de tôle qui en contiennent chacune 15 à 20 kilogrammes.

Toutes ces caisses sont rangées à l'étage supérieur du four où l'on produit le massicot, de sorte que c'est la chaleur perdue de ce four qui est utilisée pour maintenir la température convenable à la production du minium.

Comme la calcination doit être longtemps prolongée pour que la transformation du massicot soit complète, on désigne les miniums dans le commerce sous les noms de *miniums de un, deux, trois, quatre, cinq, six, sept et huit feux;* et les teintes de ces diverses marques sont très différentes, ainsi que leurs compositions chimiques.

Le minium sortant des caisses se présente en masses un peu agrégées; on l'écrase sous les ailes d'un ventilateur assez énergique pour entraîner les poussières fines; celles-ci se déposent dans de longs conduits de bois. Pour embariller, il suffit d'ouvrir une valve au-dessus d'un baril vide; de sorte que les ouvriers n'ont pas à respirer l'air chargé de poussières vénéneuses.

Les dispositions fort ingénieuses prises dans cette usine mettent d'ailleurs les ouvriers à l'abri de tout danger. Ainsi, la distribution du massicot dans les caisses à calcination se fait d'une manière mécanique; un cylindre portant des cannelures très profondes tourne lentement dans une caisse autour d'un axe horizontal; le massicot est versé dans cette caisse; chacune des cannelures se remplit de massicot et vient le verser dans une des boîtes à calcination portées par une chaîne sans fin qui circule au-dessous du *distributeur.*

Si l'on remplace le massicot par la céruse on obtient un minium particulier, d'un jaune orangé, qu'on désigne sous le nom de *mine orange*.

Quant au produit désigné sous le nom fort impropre de *minium de fer*, c'est une sorte d'ocre rouge, dont nous parlerons en traitant des ocres.

CHROMATE DE PLOMB BASIQUE

Ce produit appelé souvent *rouge turc*, dans la fabrication des papiers peints, est l'objet d'une consommation assez considérable. Il est moins jaune que le minium, mais il est d'un prix plus élevé.

Nous avons déjà indiqué la préparation de cette couleur, en traitant des chromates de plomb.

CINABRE ET VERMILLON

HISTORIQUE

Cette couleur est une des plus anciennement connues.

Le *cinabre* ou *sulfure de mercure* naturel est assez répandu dans certaines régions : plusieurs peuples des plus anciens ont employé comme couleur rouge vif ce produit finement pulvérisé.

Les Grecs le désignaient sous le nom de *miltos*, et le confondaient souvent avec le minium.

Chez les Grecs, le mot *Kinnabari* était employé pour désigner la sulfure de mercure à l'état natif ; de ce mot nous avons fait *cinabre*.

Les Romains donnaient au cinabre réduit en poudre fine le nom de *minium*, que nous avons appliqué d'une façon toute spéciale au plombate de plomb.

On se servait du cinabre comme couleur ; on l'employait même comme fard. Les censeurs étaient obligés de faire peindre avec du cinabre la face de la statue de Jupiter, pour les jours de grandes fêtes, et les triomphateurs s'enduisaient le corps de cinabre en poudre fine. Il était interdit de vendre cette matière plus de 40 sesterces la livre (environ dix-huit francs). A Rome on broyait le cinabre dans des ateliers spéciaux dont les ouvriers ne travaillaient qu'avec des masques pour les protéger contre les poussières vénéneuses.

Ce ne fut qu'en 1687 que Schultz indiqua la possibilité d'obtenir du sulfure de mercure d'une belle couleur rouge en opérant par voie humide et par double décomposition.

On a fini par consacrer exclusivement le mot *vermillon* ou sulfure préparé de cette façon ; le mot *cinabre* servait à désigner le sulfure naturel ou le sulfure artificiel préparé par voie sèche et réduit en poudre fine.

L'origine du mot *vermillon* est fort singulière.

On donnait au moyen âge le nom de *vermiculus* (petit ver) au *kermès*, insecte qui servait à teindre en rouge vif un peu violet et qu'on emploie encore aujourd'hui en assez grande quantité. Le mot *Kermès*, qui est arabe, est d'ailleurs une altération du même mot *vermiculus*.

De là vient l'expression *vermeil* (*rouge vermeil*) pour désigner un rouge vif : d'où l'on a fait vermillon.

Les Chinois paraissent avoir connu le vermillon bien avant les Européens ; encore actuellement, c'est le vermillon de Chine qui est le plus beau, le plus solide et le plus cher.

On ne sait à peu près rien des procédés employés par les Chinois.

PROPRIÉTÉS

Le cinabre est d'un rouge légèrement violacé ; il manque un peu d'éclat.

Le vermillon de belle qualité est d'un très beau rouge vif. Il résiste assez bien à la lumière et peut se mêler avec les autres couleurs sans les altérer. Il est cependant un peu moins solide que le cinabre, bien qu'il possède la même composition chimique. Ces deux couleurs sont d'ailleurs très vénéneuses, comme tous les composés de mercure.

FALSIFICATION

Le cinabre et le vermillon sont souvent falsifiés, à cause de leur prix élevé, par du minium, de l'ocre rouge, des laques rouges, etc.

La plupart de ces fraudes peuvent être reconnues en chauffant la couleur dans un petit tube à essai ; elle doit se sublimer entièrement, sans laisser aucun résidu, si elle est parfaitement pure.

FABRICATION

1° *Cinabre.*

Dans les mines de mercure, à Almaden, à Idria, on peut choisir les morceaux de minerai les plus riches et les réduire en poudre fine, sous des meules horizontales. L'opération se fait en présence de l'eau ; et les poudres sont classées par *lévigation*, comme à l'ordinaire.

Le cinabre ainsi produit manque d'éclat ; le plus souvent on le fabrique par l'un des procédés suivants :

A Idria, on fait tourner dans une tonne mobile autour d'un arbre horizontal

un mélange de 85 kilogrammes de mercure et de 15 kilogrammes de soufre. La combinaison se fait peu à peu; on obtient du sulfure de mercure noir (*éthiops minéral* des anciens chimistes). Ce produit est sublimé en le chauffant dans des vases de fonte surmontés d'un chapiteau de terre cuite. Le cinabre se condense en une croûte épaisse à l'intérieur de ce chapiteau; il suffit de détacher la matière et de la pulvériser.

En Hollande, on emploie des procédés assez analogues, qui sont restés longtemps secrets et n'ont commencé à être divulgués qu'au moment de l'invasion de ce pays par les armées françaises.

Dans l'un de ces procédés, on broie très intimement 67 kilogrammes de mercure avec 33 kilogrammes de soufre; on ajoute 2k,5 de plomb en grenailles. Quand la réaction s'est complétée, on introduit l'*éthiops* dans les appareils à sublimation, comme pour la méthode d'Idria. Le plomb ajouté reste à l'état de sulfure dans la partie inférieure de l'appareil. On ne sait pas comment ce métal intervient dans la réaction (Ritter).

D'après un autre procédé, on chauffe modérément dans une chaudière de fer, en agitant constamment, un mélange de 540 kilogrammes de mercure et 75 kil. de soufre broyé et tamisé. L'éthiops ainsi obtenu est broyé après refroidissement. On l'introduit alors dans des pots de terre réfractaire chauffés à la partie inférieure; la matière s'enflamme. On laisse brûler pendant quelques instants; et quand la flamme diminue on ferme chaque pot par un épais couvercle de fer, bien ajusté. On soulève ce couvercle afin de remuer toutes les demi-heures avec un ringard et l'on ajoute de l'éthiops de quatre en quatre heures. Une opération dure trente-six heures.

On laisse refroidir. En cassant les pots, on trouve à la partie supérieure un pain de cinabre de fort belle qualité qu'il suffit de réduire en poudre fine M. Tuckert).

2° *Vermillon proprement dit.*

On a décrit un assez grand nombre de procédés, qui donnent de bons résultats; toutefois les qualités supérieures sont obtenues à l'aide de tours de main restés secrets.

Tous ces procédés reposent sur l'action que les polysulfures alcalins exercent sur le mercure métallique.

Un des plus récents, qui passe en même temps pour le meilleur, est celui de M. Gauthier Bouchard.

On prépare d'abord du sulfhydrate d'ammoniaque en chargeant d'un excès d'acide sulfhydrique de l'ammoniaque concentrée du commerce.

On introduit dans une bouteille de grès 400 centimètres cubes de cette solution qu'on a fait digérer avec du soufre de manière à la transformer en polysulfure. La densité doit être 1,034.

On ajoute encore 200 grammes de fleur de soufre (ou mieux de soufre en canons pulvérisé et tamisé) et 1 kilogramme de mercure aussi pur que possible.

La bouteille étant fermée par un bouchon solidement ficelé, on agite pendant sept heures; puis on abandonne le mélange à lui-même pendant trois ou quatre jours dans une étuve chauffée à 50 degrés.

La réaction est alors terminée ; il suffit de faire écouler le sulfure en excès, de laver à fond, puis de sécher et de pulvériser.

On avive la couleur par un lavage à l'acide nitrique qui doit succéder au lavage à l'eau pure. On termine par un dernier lavage pour enlever toute trace d'acide.

Ce procédé d'avivage s'applique d'ailleurs à tous les vermillons; il a été indiqué par M. Ringault, en 1859. Ce même fabricant a trouvé que la potasse caustique mêlée de sulfure de potassium convient très bien pour enlever au vermillon l'excès de soufre qu'il peut contenir ; et enfin que l'action de la lessive de potasse pure, sous l'action de la chaleur, donne au vermillon un ton violacé particulier qui le rapproche des beaux vermillons de Chine.

Au lieu de sulfhydrate d'ammoniaque sulfuré, on peut employer le polysulfure de potassium ; mais il paraît prouvé que l'hyposulfite de potasse est nuisible à la production du vermillon.

On recommande donc de ne pas employer le pentasulfure de potassium préparé en faisant bouillir de la potasse avec un excès de soufre ; car la solution renferme de l'hyposulfite.

On doit décomposer le sulfate de potasse par le charbon en poudre à la chaleur rouge; en traitant le produit par l'eau on a du monosulfure de potassium ; bouillie avec du soufre en excès, la solution donne du pentasulfure de potassium bien exempt d'hyposulfite, si on a su éviter l'action de l'air.

On introduit dans une bouteille de grès, modérément chauffée, 2^{k},250 de cette solution, plus 1 kilogramme de soufre et enfin 5 kilogrammes de mercure. On agite pendant deux heures à l'aide d'une machine spéciale ; le mélange s'échauffe peu à peu et se colore en brun verdâtre. Au bout de quatre heures d'agitation, la combinaison est complète et la coloration tourne au brun foncé. On laisse refroidir, puis on maintient, comme précédemment, pendant 3 ou 4 jours dans une étuve chauffée à 50°. Il faut agiter plusieurs fois par jour; le vermillon se dépose peu à peu en formant un beau précipité rouge.

On termine par des lavages à la lessive de potasse ou de soude et par un avivage à l'acide nitrique.

On a indiqué aussi l'emploi de l'acide chlorhydrique pour l'avivage des vermillons.

La température exerce une influence très considérable sur la teinte du vermillon.

Au commencement de l'opération, si les bouteilles sont maintenues à une basse température, le vermillon reste d'un ton clair, tirant sur le jaune orangé. On obtient ce résultat, en hiver, à l'aide du refroidissement par l'air extérieur; et en été, au moyen d'eau froide qu'on fait circuler autour des bouteilles.

Dans la plupart des autres procédés au lieu de préparer d'avance le polysulfure alcalin, on traite le mercure par un mélange de soufre et de potasse caustique, de manière à produire, en quelque sorte, *sur place*, le polysulfure nécessaire à la réaction.

Il est difficile d'ailleurs de donner la théorie de la formation du vermillon par voie humide.

Il est probable cependant que le sulfure de mercure (sous la modification

noire) se combine avec le sulfure alcalin, de manière à former un *sulfosel* très peu stable; et l'action prolongée de la chaleur (vers 50°) décomposerait ce dernier corps en sulfure de mercure (modification rouge) qui se dépose, et sulfure alcalin qui reste en dissolution.

Ce dernier corps pourrait donc rentrer en fabrication; il suffirait d'ajouter du soufre pour remplacer celui qui se combine avec le mercure. Mais comme le sulfure alcalin s'altère pendant les manipulations en formant de l'hyposulfite et même du sulfite, le plus souvent on préfère opérer sur des matières neuves.

En faisant bouillir du cinabre finement pulvérisé avec du sulfure d'antimoine et du sulfure de potassium (c'est-à-dire avec du sulfo-antimoniate de potassium), M. Weshle prétend avoir transformé le cinabre en vermillon semblable à celui qu'on obtient par voie humide; ce qui n'est pas impossible, d'après ce qui précède.

Dans le procédé Jacquelain on mélange 900 grammes de mercure et 300 grammes de soufre dans un vase de fonte entouré d'eau froide. On ajoute peu à peu 200 grammes potasse hydratée dissoute dans 300 grammes d'eau. Il faut avoir soin d'agiter constamment à l'aide d'un pilon.

On chauffe ensuite à 80° pendant une heure, en remplaçant à mesure l'eau qui s'évapore. On lave ensuite à plusieurs eaux chaudes; et l'on termine par des avivage suivis d'un séchage, comme à l'ordinaire.

Le procédé Brunner ne diffère que par les proportions :

900 grammes de mercure, 342 grammes de soufre, 225 de potasse, 1,350 d'eau ;

Et par la température (45° à 50°) dont l'action doit être prolongée pendant 7 ou 8 heures.

Il en est de même d'ailleurs du procédé Kirchkoff et de plusieurs autres qui ont été publiés ou brevetés à différentes époques.

VERMILLON D'ANTIMOINE

C'est du sulfure d'antimoine sous une modification spéciale; il est d'un rouge vif, qui se rapproche beaucoup des vermillons de qualité ordinaire.

Il n'est pas aussi solide que le véritable vermillon. Il est impossible de le mélanger avec des couleurs ayant une réaction alcaline. Comme il est d'un prix peu élevé, il peut recevoir quelques applications pour les peintures à l'huile ordinaires. Employé à l'eau, il manque de vivacité.

Le sulfure d'antimoine naturel est d'un gris assez foncé, fusible à une température peu élevée (à la flamme d'une bougie). C'est la modification la plus stable; les autres se transforment en sulfure gris quand on les soumet à l'action de la chaleur.

Les solutions des sels d'antimoine, précipitées par l'acide sulfhydrique, don-

nent un *sulfure jaune orangé*. Lavé et séché à basse température, ce produit retient une *certaine quantité d'eau* ; c'est peut-être un hydrate bien défini. Toutefois on peut le sécher à une température plus élevée et lui enlever toute son eau, sans que la couleur change. Il n'est propre à aucun usage au point de vue de la fabrication des couleurs.

Le *sulfure rouge* ou *vermillon d'antimoine* représente une troisième modification tout à fait différente du sulfure jaune orangé.

Cette variété ne contient pas *d'eau de combinaison*, mais seulement de très petites quantités d'eau interposée quand la dessiccation n'est pas complète.

On l'obtient en décomposant le chlorure d'antimoine par l'hyposulfite de soude (Mathieu-Plessy) ou par l'hyposulfite de chaux (Emile Kopp).

Il faut d'abord préparer le chlorure d'antimoine.

On fait bouillir avec de l'acide chlorhydrique concentré du sulfure d'antimoine naturel pulvérisé.

L'acide sulfhydrique, qui se dégage en grande quantité, est absorbé dans de la soude caustique, car ce gaz est infect et très délétère. On peut aussi le brûler ; de cette façon il se change en acide sulfureux ; on fait arriver ce gaz dans une chambre où l'on a disposé du carbonate de soude sur des tablettes. Dans ces conditions, le carbonate se change en sulfite de soude ; en faisant bouillir ce sel avec de l'eau et du soufre, on obtient de l'hyposulfite de soude.

Quand on travaille en grand, ce procédé n'est pas d'une application facile ; le ballon de verre qui sert pour l'attaque du sulfure d'antimoine doit être remplacé par des touries chauffées au bain de sable ou d'air chaud.

D'après M. Kopp, il est beaucoup plus avantageux de griller d'abord le sulfure d'antimoine, à une température très basse et en agitant fréquemment. Il se dégage de l'acide sulfureux qu'on fait absorber par de la chaux pour préparer du sulfite puis de l'hyposulfite. Le sulfure se change en oxyde, du moins pour la plus grande partie. En traitant par l'acide chlorhydrique, la dissolution se fait aisément, même à froid ; le dégagement d'acide sulfhydrique est très faible et correspond seulement à la quantité de sulfure d'antimoine non décomposé par le grillage.

Le chlorure d'antimoine étant dissous dans l'eau, on ajoute peu à peu de l'hyposulfite de soude, jusqu'à ce que le précipité formé d'abord par l'eau se redissolve complètement dans un excès d'hyposulfite.

Le mélange est alors chauffé au bain-marie jusqu'à la température de 30 degrés.

L'hyposulfite double se décompose, et l'on voit se former un précipité de sulfure d'antimoine d'abord jaune orangé, puis d'un très beau rouge. On chauffe jusqu'à 55 degrés et on laisse refroidir lentement.

Le vermillon d'antimoine se dépose rapidement ; on décante et on lave d'abord avec de l'eau contenant un cinquième d'acide chlorhydrique, puis avec de l'eau pure. On sèche ensuite à basse température ; le produit perd un peu de son éclat par la dessiccation.

Au lieu d'employer l'hyposulfite de soude (qu'on peut cependant obtenir à très bon marché), M. Kopp fait usage de l'*hyposulfite de chaux*.

Ce sel s'obtient en faisant bouillir avec du soufre en poudre une solution de

sulfite de chaux préparée en traitant un lait de chaux par de l'acide sulfureux.

On obtient aussi très facilement de l'hyposulfite de chaux à bon marché en lessivant les marcs de soude.

Enfin, on peut faire passer de l'acide sulfureux dans une solution de bisulfure de calcium, préparée en faisant bouillir du lait de chaux avec du soufre en poudre.

La solution claire d'hyposulfite de chaux est introduite dans une cuve de bois chauffée par un serpentin à vapeur; on ne doit pas employer la vapeur *libre* pour ne pas étendre d'eau la solution.

Le chlorure d'antimoine est versé peu à peu; on agite régulièrement de manière à redissoudre le précipité. On chauffe alors jusque vers 60 degrés.

Le sulfure qui se dépose est d'abord jaune clair, puis jaune orangé, et enfin rouge vif. A ce moment, il faut arrêter l'action de la chaleur; car, si on maintenait la même température, le produit deviendrait brun et même noir.

Le vermillon d'antimoine se dépose d'ailleurs très rapidement; on décante la liqueur, on lave et on sèche comme ci-dessus.

La solution décantée exhale une forte odeur d'acide sulfureux; on la mélange avec du sulfure de calcium de manière à produire une nouvelle quantité d'hyposulfite de chaux qui rentre en fabrication.

Le sulfure d'antimoine naturel contenant du fer, le chlorure se trouve mêlé de chlorure de fer; mais la présence de ce produit ne nuit pas à la fabrication du vermillon d'antimoine. En effet, la solution retient tout le fer à l'état de d'hyposulfite de fer et de chaux ou de soude.

Cette solution ne doit jamais contenir de bisulfure de calcium en excès; car ce sulfure donnerait du sulfure d'antimoine jaune orangé qui affaiblirait la teinte du vermillon d'antimoine.

On reconnaît tout de suite que la liqueur provenant de la première opération retient un excès de bisulfure de calcium quand il se forme *un précipité noir* de sulfure de fer. Il faut alors ajouter un excès d'acide sulfureux, de manière à transformer le sulfure de calcium en hyposulfite.

La liqueur ainsi régénérée peut servir à une trentaine d'opérations; on la rejette seulement quand elle est trop chargée de chlorure de calcium.

COULEURS ROUGES DIVERSES

(DE NATURE MINÉRALE)

1° On a proposé d'employer pour la miniature et l'aquarelle des *chromates d'argent, de mercure*, qui sont d'une belle teinte rouge, mais qui manquent de solidité et ne présentent d'ailleurs aucun avantage spécial.

2° Le *pink-color* des anglais n'est employé que comme couleur vitrifiable. Ce-

pendant, Malaguti a essayé de préparer une *laque minérale* à base de stannate de chrome comme le pinck-color et destinée aux peintures communes. D'après un échantillon qui nous a été donné par Malaguti lui-même, ce produit manque d'éclat et d'intensité et le prix en est trop élevé; mais il est d'une solidité parfaite. La teinte est plutôt violette que rouge.

3° L'oxyde de cobalt forme avec la magnésie une combinaison d'un rose clair, assez vif, qui donnerait une couleur solide, mais beaucoup trop pâle.

4° L'arséniate de cobalt est d'un rose assez vif et suffisamment foncé; mais il est très vénéneux et d'un prix trop élevé.

ROUGE DE CARTHAME

Synonymes. — Rouge végétal, rouge portugais, rouge d'Espagne, fard de Chine, rouge en tasse ou en assiette, etc.

Ce rouge n'est autre chose que de la *carthamine* presque pure; c'est une belle matière colorante rouge rose, d'un prix très élevé et fort peu solide; aussi l'emploi de ce rouge en teinture a beaucoup diminué; on le remplace presque toujours par les rouges artificiels (fuchsine, safranine, éosine, etc.). On l'emploie encore souvent comme rouge de fard; il présente l'avantage de colorer la peau, sans la *teindre*, comme feraient les rouges artificiels.

La carthamine s'extrait des fleurs du *carthamus tinctorius*, sorte de chardon qu'on désigne sous les noms impropres de *safran bâtard*, *faux safran*, *safran d'Allemagne*, ou simplement *safranum*. Ces noms proviennent d'une certaine ressemblance qui existe entre les étamines sèches du véritable safran et les fleurons séchés du carthame.

La plante est originaire des pays chauds; elle présente l'aspect d'un chardon. On la cultive en Égypte, en Espagne et même jusque dans les environs de Lyon. Le carthame d'Égypte est le plus estimé.

Lorsque les fleurs sont bien développées, on arrache les fleurons qui constituent les capitules et on les fait sécher à l'ombre avec soin.

Le carthame se vend à un prix très élevé, jusqu'à trois mille francs le kilogramme; mais le pouvoir tinctorial étant très considérable, les teintures au carthame peuvent être obtenues à bon marché.

Pour préparer le rouge végétal, on enferme le carthame dans un sac et on le fait macérer dans de l'eau très pure; on pétrit la matière à plusieurs reprises et on change l'eau jusqu'à ce qu'elle ne prenne plus de teinte jaune; ce qui exige un temps très long.

Le carthame, épuisé par l'eau, est traité par une solution faible de carbonate de soude qui dissout la matière rouge (carthamine) insoluble dans l'eau pure.

On plonge dans la liqueur des écheveaux de coton très propres; on ajoute

peu à peu une solution d'acide nitrique (ou de jus de citron étendu d'eau); la matière rouge se précipite et se fixe sur le coton.

Les écheveaux sont lavés à l'eau pure pour enlever une matière jaune simplement interposée, puis on les *déteint* dans une solution faible de carbonate de soude. On précipite de nouveau la carthamine avec de l'acide nitrique; on recueille avec soin les flocons rouge vif qui se déposent; on les lave et on les fait sécher dans des petits vases de porcelaine après les avoir mélangés d'un peu de talc en poudre impalpable.

Telle est la préparation du rouge pour fard.

Pendant longtemps, on a vendu pour la teinture un produit nommé *carmin safranum*, c'était de la carthamine en suspension dans de l'eau, mais les usages de ce produit ont beaucoup diminué.

ROUGE INDIEN

On a souvent désigné sous ce nom une espèce d'ocre rouge.

Le rouge indien de M. Dussauce, n'est autre que de la *santaline* presque pure.

Pour le préparer, on épuise par l'alcool du bois de santal en poudre, tel qu'on l'emploie pour la teinture.

L'extrait alcoolique est agité avec de l'oxyde de plomb hydraté, récemment précipité, qui enlève la matière colorante en formant une sorte de laque.

On lave le produit à l'alcool et on le traite par l'acide acétique étendu d'eau, qui enlève l'oxyde de plomb en formant de l'acétate et laisse la santaline sous la forme d'une matière insoluble dans l'eau, d'un très beau rouge.

A cause de l'emploi de l'alcool, le rouge indien est d'un prix assez élevé (10 francs le kilogramme environ), mais on pourrait sans doute remplacer l'alcool par un autre dissolvant.

En tous cas, la santaline n'étant pas très résistante à l'action de la lumière, ne peut guère être employée pour des œuvres durables.

LAQUES ROUGES ET ROSES

I. — LAQUES DE GARANCE OU D'ALIZARINE ARTIFICIELLE

Pour la peinture d'art, ces laques sont bien supérieures à toutes les autres.

La teinte des laques de garance est très variable, depuis le rose clair et un

jusqu'au pourpre foncé. On fait même des laques de garance à base d'oxyde de fer qui sont d'un violet très foncé, presque noir.

Les laques de garance se fabriquent maintenant avec l'alizarine artificielle et la purpurine, du moins dans le plus grand nombre des cas. Quelques fabricants ont conservé l'usage de la garance, mais ils seront forcés de l'abandonner, car les cultures de garance se réduisent de plus en plus.

Les procédés sont gardés secrets, surtout ceux qui servent à obtenir les nuances foncées. Pour les teintes claires, on réussit bien en observant les précautions suivantes :

Quand on opère avec la garance, il faut d'abord l'épuiser par l'eau froide, de manière à enlever la plupart des matières étrangères (gomme, sucre, albumine végétale, etc.) qui nuiraient à la production de la laque.

La plupart des procédés reposent sur la propriété que possède l'alizarine de se dissoudre dans une solution chaude d'alun.

Quand on emploie l'alizarine artificielle, cette matière se dissout très facilement dans l'alun ; pour les laques roses ou rouges on se sert de *l'alizarine pour rouge ;* pour les violets et bruns pourprés, c'est l'*alizarine pour violet* qui est la plus convenable. Ces deux produits sont livrés sous la forme d'une pâte liquide, d'un jaune brun, très peu soluble dans l'eau, mais très soluble dans l'alcool. Les solutions alcalines dissolvent l'alizarine avec une belle couleur rouge pourpre. L'alun donne une solution rouge un peu jaunâtre; si l'on opère à l'ébullition, une partie de l'alizarine se dépose par le refroidissement.

On recommande d'ailleurs de ne jamais soumettre la garance ou l'alizarine à l'ébullition avec la solution d'alun; une température de 40 à 50 degrés suffit très bien pour saturer d'alizarine une solution de 1 kilogramme d'alun dans 10 ou 12 litres d'eau.

On laisse refroidir jusqu'à 35 ou 40 degrés et on ajoute peu à peu du carbonate de soude en dissolution, en ayant soin d'agiter constamment. Comme nous l'avons dit au sujet de la préparation des laques en général, il est nécessaire d'employer seulement les *deux tiers* de la quantité de carbonate de soude qui saturerait l'acide sulfurique de l'alun.

La liqueur devient d'un rouge plus foncé. Si on la porte à l'ébullition pendant quelques instants, elle laisse déposer du sulfate d'alumine tribasique, qui entraîne avec lui l'alizarine en formant une laque d'un beau rose foncé, même après dessiccation.

Cette laque présente l'avantage de se dissoudre facilement dans l'acide acétique sans laisser de résidu, ce qui permet de l'employer dans l'impression sur tissus (Persoz).

On peut aussi verser du sous-acétate de plomb dans la solution d'alun saturée d'alizarine à la température de 30 ou 40 degrés. Il se forme un précipité de sulfate de plomb, la liqueur filtrée paraît colorée en rouge foncé; il suffit de la porter à l'ébullition pour qu'elle laisse déposer une laque semblable à la précédente (Persoz).

Les proportions qui paraissent les plus convenables correspondent à des poids égaux d'alun et de sous-acétate de plomb solide (tel qu'on le trouve dans la droguerie pharmaceutique).

L'eau mère de la laque est mise en présence d'une nouvelle quantité d'alizarine à la température de 40 degrés; on précipite de nouveau par le sous-acétate de plomb.

On obtient aussi de belles laques en dissolvant de l'alizarine dans une eau très légèrement ammoniacale et versant peu à peu dans cette solution 100 grammes d'alun dissous dans 1 litre d'eau. Cette laque est rouge foncé. Si on ajoute du sulfate de peroxyde de fer à l'alun, la laque devient violette et même presque noire, si on n'emploie que du sulfate de fer (M. Sacc).

On a publié plusieurs procédés pour fabriquer des laques avec la *garancine* (garance traitée par l'acide sulfurique concentré) et même avec le *garanceux* (produit analogue obtenu avec les résidus de garance provenant des teinturiers).

Mais comme la garance et les différents produits qui en dérivent ne sont presque plus employés, ces procédés ne présentent plus guère d'intérêt.

Il en est de même du procédé fort ingénieux de Kopp qui consistait à traiter la garance par une solution d'acide sulfureux.

Cette solution dissout l'alizarine et la laisse déposer quand on fait évaporer l'acide sulfureux; du reste, le gaz n'est pas perdu, on l'absorbe dans de l'eau qui sert à épuiser de nouvelle garance.

Chauffée avec de l'alun saturé, la solution sulfureuse d'alizarine laisse déposer une laque de belle qualité.

Il est nécessaire de rappeler que l'alizarine commerciale est toujours un mélange *d'alizarine* et de *purpurine;* ce dernier principe se trouve aussi dans la garance. On commence à le vendre séparé de l'alizarine à des prix abordables pour l'industrie, et il sera très intéressant d'étudier les laques de purpurine comparativement à celle d'alizarine pure.

C'est M. Delalande qui a réussi à transformer l'alizarine en purpurine, au moyen d'agents d'oxydation.

M. Rosenstiehl a prouvé qu'il est impossible d'obtenir, en teinture, le rose et le rouge pur avec les mordants d'alumine et l'alizarine seule; il faut toujours faire intervenir une certaine quantité de purpurine. La garance contient surtout de la *pseudo-purpurine* qui se change en purpurine sous des influences assez faibles (ébullition avec l'eau, etc.). Enfin la purpurine elle-même finit par s'hydrater en formant un composé de couleur jaune. Au point de vue de la fabrication des laques, cet hydrate de purpurine présente une grande importance. aussi bien que la purpurine elle-même.

II. — CARMIN DE GARANCE.

Cette couleur est très solide et presque aussi brillante que le carmin de cochenille; elle a été fabriquée par Bourgeois, en 1816; et le procédé est resté secret.

M. Lefort assure qu'on peut obtenir du carmin de garance en traitant par l'acide sulfurique à 55 degrés Baumé, la garance préalablement soumise à la fermentation dans un lieu humide. Cette fermentation doit être prolongée jusqu'au point où elle devient *acide*, après la destruction du sucre contenu dans la garance.

La solution sulfurique est filtrée sur du verre pilé; puis versée peu à peu dans une grande quantité d'eau pure. La matière se précipite en flocons.

Il nous semble que le précipité ainsi obtenu doit se composer surtout d'un mélange d'alizarine et de purpurine.

FALSIFICATIONS

Les laques de garance sont soumises à de nombreuses falsifications qu'on ne peut reconnaître que par des analyses spéciales souvent fort délicates.

Dans les laques roses ou rouges on trouve souvent :

Des laques de cochenille, de bois rouges; des laques de fuchsine ou autres matières colorantes rouges artificielles (éosine, *safranine*, etc.).

Dans les laques violettes ou noires on rencontre surtout :

Des laques de campêche, d'orseille, de violet d'aniline, etc.

CARMIN DE COCHENILLE

HISTORIQUE

Au commencement du XVIIe siècle, un moine franciscain, de Pise, préparait un extrait de cochenille avec de l'eau et du carbonate de potasse pour en faire un médicament. Ayant ajouté un acide dans la solution, il vit se former un précipité d'un rouge vif; c'était le *carmin*, dont la découverte est due, comme on voit, à un simple hasard.

En 1656, Homberg, chimiste habile, publia un procédé de préparation du carmin.

La cochenille, qui sert de matière première, est un insecte (*coccus cacti*) qui vit sur les *nopals* (espèces de cactus) cultivés en grand au Mexique, aux îles Canaries, etc.

Ce précieux insecte semble avoir été connu de toute antiquité en Perse et aux Indes.

En effet, Ctésias, médecin grec attaché à la cour d'Artaxerce Mnémon (404 à 362 avant l'ère chrétienne), a donné la description de la cochenille et de la plante qui la nourrit. On retrouve cette description dans les fragments des œuvres de Ctésias qui sont parvenus jusqu'à nous.

Le rhéteur Œlian, qui vivait à Rome sous le règne d'Alexandre Sévère, donne la description de la cochenille, et rapporte qu'aux Indes et en Perse cette matière est employée pour teindre en rouge; et que l'Inde en exporte de grandes quantités.

L'empereur Aurélien reçut du roi de Perse, parmi de magnifiques présents, des étoffes de laine teintes en pourpre beaucoup plus éclatante que la pourpre

connue des Romains (pourpre de Tyr, provenant d'un coquillage). Il est presque certain que ces tissus devaient leur couleur à la cochenille.

Pendant la nuit du moyen âge, les procédés de teinture à la cochenille furent complètement oubliés; on n'en trouve aucune mention avant la publication du premier traité sur la teinture, écrit à Venise, en 1429, par Giovan Ventura Rosetti.

En 1518, les Espagnols trouvèrent la cochenille en usage au Mexique depuis un temps immémorial. Fernand Cortez reçut l'ordre d'augmenter autant que possible la production de cette matière; et en 1561, une flotte espagnole rapporta 70,000 kilogrammes de cochenille en Europe.

Dès l'année 1525, Cornara décrivit l'insecte de la cochenille en le comparant à une punaise ordinaire. Il suffit de faire tremper de la cochenille dans de l'eau pendant vingt-quatre heures pour qu'elle se gonfle de manière à prendre une forme arrondie, un peu ovale, et pour que les pattes et la tête deviennent très apparentes, même à l'œil nu.

Autrefois, on était si peu habitué à faire des observations exactes qu'on s'obstina quand même à regarder la cochenille comme une *graine;* ainsi d'ailleurs que le *kermès*, insecte analogue à la cochenille, on la nomma *graine d'écarlate;* de là le nom d'*écarlate à la graine*, si longtemps conservé dans les ateliers; depuis 1563, époque à laquelle on découvrit le procédé de teinture de la laine en écarlate par la cochenille et le bichlorure d'étain.

On continua de disputer sur la nature de la cochenille jusqu'en 1729; à cette date, Ruuscher publia, en Hollande, une description complète de l'élevage de la cochenille dans la vallée d'Oaxaca (Mexique).

Pomet, auteur d'une *Histoire naturelle des drogues*, accompagnée de figures, publiée en 1694, déclara complètement erronée l'opinion du P. Plumier, missionnaire, qui avait visité les plantations de nopals au Mexique, et décrit minutieusement *de visu* l'élevage et la récolte des cochenilles.

Dans la seconde édition de son ouvrage, revue par son fils, en 1735, on persista dans les mêmes idées :

« On ne saurait découvrir ni pieds, ni ailes, ni têtes, ni aucune partie d'animal dans la cochenille. »

Mais comment expliquer que les cochenilles semées comme des graines ne peuvent germer?

« Les Espagnols passent les graines par le feu ou par la chaux pour les empêcher de germer. »

« Si quelqu'un se trouvait dans les endroits où croissent les plants de cochenille, qui ne soit pas espagnol, il serait aussitôt pendu. »

D'après cet exemple, on voit combien les bons naturalistes étaient rares au commencement du siècle dernier.

FABRICATION

En France, la teinture en écarlate fut installée à Paris vers 1550 par Gilles et Jean Gobelin, sur la petite rivière de Bièvre, à l'endroit même où existe encore la célèbre manufacture des Gobelins illustrée par ses admirables produits artistiques et par les grands travaux de M. Chevreul.

La cochenille employée doit être de première qualité.

Le prix de cette matière première a beaucoup diminué; car les écarlates à la cochenille sont presque partout remplacés par les *ponceaux d'aniline* (ou plus exactement, de *xylidine*) qui sont plus beaux, plus solides et d'un emploi beaucoup plus commode.

Les cochenilles de première qualité qui valaient autrefois 18 francs le kilogramme, et seulement 7 à 8 francs il y a 25 ans, ne valent plus aujourd'hui que 3 fr. 50 à 4 francs.

La cochenille la plus estimée est la variété dite *zacatille* du Mexique ou du Honduras. Les premières qualités venant des Canaries sont à peu près équivalentes. Mais les cochenilles de Java passent, avec raison, pour être inférieures aux précédentes.

L'*acide carminique* (ou *carmine*) a été récemment obtenu à l'état cristallisé. Cet acide forme des sels bien définis; le carminate de plomb est violet foncé. Quand on le décompose par l'acide sulfurique ou l'acide sulfhydrique on obtient l'acide carminique en solution aqueuse; il est d'un rouge très vif.

La cochenille contient probablement l'acide carminique à l'état de combinaison avec une petite quantité d'ammoniaque ou d'une base organique non encore déterminée.

Quand on verse une décoction de cochenille dans la solution d'un sel de chaux, il se forme un précipité noir verdâtre; c'est un carminate de chaux de composition particulière qui se forme même quand on emploie une solution de sulfate de chaux ou de phosphate acide de chaux; la liqueur qui surnage le précipité est teintée de rose jaunâtre; elle est devenue fortement acide. Ce composé noir paraît donc être un carminate acide; nous avons constaté qu'il se forme si facilement qu'on peut l'employer comme réactif de la chaux.

Ainsi la fécule du commerce qui a été séchée sur des aires de plâtre retient du sulfate de chaux; elle noircit quand on la délaie avec une décoction de cochenille un peu étendue d'eau.

On reconnaît ainsi la chaux sans qu'il soit nécessaire d'épuiser la fécule par l'eau froide, ni de l'incinérer.

Quand on ajoute une petite quantité d'acide ou d'un sel acide à une décoction de cochenille, même sans addition préalable de carbonate de potasse ou de soude, on obtient un précipité rouge présentant à peu près les propriétés du véritable carmin; de là ont pris naissance des recettes multiples dont aucune ne peut réussir à donner du carmin véritable.

Les produits ainsi obtenus sont assez beaux à l'état humide, quelquefois même très beaux; mais quand on les dessèche ils prennent un aspect noir et corné, au lieu de rester rouge vif et très friables comme le carmin ordinaire.

Du reste, on trouve dans le commerce au moins douze variétés de carmin désignées par des numéros. C'est le n° 40 qui représente la première qualité.

Le carmin pur se dissout complètement dans l'ammoniaque. Si on laisse évaporer l'excès d'ammoniaque, on obtient une liqueur rouge très employée comme encre rouge. On remplace très souvent cette encre par une solution de safranine, d'éosine ou mieux de ponceau d'aniline.

Si le carmin ne se dissout pas entièrement dans l'ammoniaque, c'est qu'il est

falsifié avec du minium, du vermillon, du rouge du Japon (laque d'éosine et d'oxyde de plomb), etc.

Mais le carmin peut contenir encore d'autres matières rouges, entièrement solubles dans l'ammoniaque.

Le carmin est une couleur tout à fait inoffensive, aussi l'emploie-t-on pour colorier les bonbons, les liqueurs, les pâtisseries, etc. Ce qu'on appelle dans le commerce *carmin à l'œuf*, c'est du carmin délayé dans du blanc d'œuf qui était préparé pour les confiseurs. Le *carmin* à la *gélatine* est du carmin délayé dans une solution de gélatine blanche à l'usage des peintres en miniature. Mais ces préparations ne sont plus guère usitées; le carmin est surtout vendu en morceaux irréguliers, ou en trochisques, faciles à délayer à l'eau ou à broyer à l'huile.

Le carmin ne peut guère être recommandé pour la peinture des tableaux, car il n'est pas très résistant à la lumière.

On s'en sert constamment pour la fabrication des fleurs artificielles.

Depuis vingt ans, on a beaucoup employé le carmin pour les impressions des tissus de coton, à l'aide de l'albumine; on obtient de cette façon des fonds *rougeure* du plus bel effet, pour les étoffes d'ameublement. La résistance de ces impressions à l'action de la lumière est très satisfaisante.

Les cendres du carmin n° 40 ne contiennent que de la chaux, avec un peu de sulfate et de phosphate de cette même base, plus une très petite quantité d'alumine. Certaines variétés de carmin n'en contiennent même pas du tout.

Ces indications ne peuvent rien faire connaître sur le véritable procédé employé pour fabriquer le carmin. Ce procédé reste secret entre les mains d'une dizaine de fabricants qui semblent tous opérer de la même façon, car les produits ne diffèrent que par des nuances assez peu importantes.

Voici maintenant un aperçu des principaux procédés qu'on a publiés et dont quelques-uns présentent des particularités intéressantes :

1° *Procédé de Mme Cenette, d'Amsterdam.* — Cette recette consiste à faire bouillir pendant deux heures 1 kilogramme de cochenille moulue avec un grand excès d'eau (80 litres environ). On ajoute 95 grammes de nitre pur puis 125 grammes de bioxalate de potasse (sel d'oseille). On laisse reposer; la liqueur claire est décantée, puis abandonnée pendant trois semaines dans des assiettes de porcelaine.

Au bout de ce temps, on enlève les moisissures qui recouvrent la surface; on décante la liqueur avec précaution et on trouve sur les parois des assiettes une couche peu adhérente de carmin d'un éclat si vif qu'il fatigue les yeux.

Il est douteux que ce procédé ait jamais donné des résultats pratiques; en tout cas le rendement doit être des plus minimes.

2° *Procédé de l'ancienne encyclopédie.* — L'opération est assez compliquée.

On pulvérise à part :

200 grammes cochenille;

20 grammes de graine de *chouan* (ou *chuan*), sorte de graine vert jaunâtre provenant de l'*Anabasis tamariscifolia* ;

700 grammes d'écorce d'*autour*, espèce d'écorce légère et poreuse, de couleur brun jaune et produite par une plante inconnue. Cette écorce venait du Levant; depuis longtemps on ne la trouve plus dans le commerce;

10 grammes d'alun de potasse bien pur.

On fait bouillir 20 litres et un tiers d'eau bien pure; on ajoute le chouan; on fait bouillir pendant quelques instants et on filtre. L'eau se colore en jaune; et nous croyons que le but de cette opération c'est de donner au carmin un ton jaune qui en rehausse l'éclat en le faisant passer au rouge écarlate.

La liqueur filtrée est remise à bouillir; on ajoute alors la cochenille et quelques instants après l'écorce d'autour. Après une très courte ébullition, on jette l'alun dans la décoction; on agite rapidement après avoir retiré le vase du feu. La liqueur est filtrée tout aussitôt sur une toile et abandonnée au repos pendant huit jours dans des vases plats. On décante la liqueur surnageante et on recueille le carmin qui s'est déposé.

Il semble que le rôle de l'écorce d'autour soit de fournir du tannin et par suite du tannate d'alumine basique avec l'alun qui se trouve saturé en partie par les matières basiques que contient la cochenille.

Si ce procédé a jamais été appliqué en grand, il est certainement tombé en désuétude depuis fort longtemps.

3° *Procédé à la gélatine.* — Celui-ci a été appliqué fort souvent; nous l'avons pratiqué avec tout le soin possible. Il donne un produit très beau tant qu'il reste à l'état humide; mais il devient dur, corné, d'aspect noirâtre aussitôt qu'on le dessèche. Il se délaie alors difficilement et finit par reprendre presque tout son éclat.

Il résulte de là que le procédé dont il s'agit ne peut servir qu'à fabriquer du carmin à livrer en pâte pour l'impression des tissus ou des papiers peints.

On fait bouillir pendant quelques minutes 1 kilogramme de cochenille moulue dans 20 litres d'eau additionnée de 30 grammes de carbonate de potasse.

On retire du feu et on ajoute 60 grammes d'alun pulvérisé; la liqueur prend aussitôt une teinte d'un rouge vif. On filtre rapidement et on délaie dans la liqueur filtrée de la gélatine blanche (*grenétine*) préalablement dissoute dans une petite quantité d'eau chaude. On porte de nouveau la liqueur à l'ébullition et on voit le carmin monter à la surface. Le feu est alors enlevé; on agite et on laisse reposer. Il n'y a plus qu'à filtrer pour recueillir le carmin.

La liqueur filtrée retient beaucoup de matière colorante; on l'utilise pour la fabrication des *laques carminées*.

Un autre procédé, fort analogue au précédent, consiste à remplacer la gélatine par du blanc d'œuf; il n'est pas plus avantageux ni comme qualité de produit, ni comme rendement.

4° *Carmin chinois.* — On prétend que les Chinois préparent leur carmin par la méthode que nous allons faire connaître; mais la chose est douteuse; et ce qui donne de l'intérêt au carmin prétendu chinois, c'est qu'il convient très bien pour l'impression en écarlate des tissus de laine. A cet effet on le dissout dans l'acide oxalique, on épaissit à la gomme, on imprime et on vaporise; la laine (dans les parties imprimées) prend une fort belle teinte écarlate comme si on l'avait soumise à la teinture par la cochenille, après mordançage à la crème de tartre et à la composition d'étain.

Pour préparer le carmin chinois, on fait bouillir 625 grammes de cochenille avec 3 ou 4 grammes d'alun pulvérisé dans 15 ou 20 litres d'eau bien pure.

d'eau distillée, s'il est possible. L'ébullition ne doit durer que cinq minutes; on filtre, on laisse reposer; puis on verse goutte à goutte, en agitant constamment, la *composition d'écarlate.*

Celle-ci se prépare en traitant 120 grammes d'étain pur en grenailles par un mélange de 300 grammes de sel ordinaire et de 500 grammes d'acide nitrique.

On peut remplacer le mélange ci-dessus par du bichlorure d'étain (oxymuriate des ateliers), mêlé de protochlorure d'étain (sel d'étain). Avec le bichlorure seul, la précipitation n'est jamais complète.

La préparation précédente est très facile et réussit à coup sûr. L'eau mère est à peine colorée ; on peut la rejeter sans perte.

Quoi qu'on en ait dit, le carmin chinois ne peut être employé pour la peinture ; il devient brun par la dessiccation et perd tout son éclat.

L'analyse des carmins du commerce prouve d'ailleurs qu'on n'emploie jamais les composés d'étain pour la fabrication de ces produits.

5° *Procédé Wood.* — On commence par préparer du citrate de soude en faisant dissoudre 250 grammes de carbonate de soude pur dans 30 litres d'eau et ajoutant 225 grammes acide citrique.

On porte à l'ébullition et on ajoute 680 grammes cochenille en poudre; l'ébullition est continuée pendant une heure et demie. On filtre et on laisse refroidir complètement.

La liqueur claire est de nouveau portée à l'ébullition pendant cinq minutes avec addition de 260 grammes d'alun pulvérisé; on filtre de nouveau et on abandonne la liqueur pendant deux ou trois jours.

Le carmin se dépose en une poudre très fine qu'il suffit de laver à l'eau pure et de sécher avec précaution.

6° *Procédé Grelley.* — L'auteur s'est proposé de transformer, autant que possible, toute la matière colorante de la cochenille en une sorte de carmin d'un beau rouge.

On fait digérer pendant 4 ou 5 heures la cochenille moulue dans de l'eau froide additionnée d'un peu d'acide sulfurique ou chlorhydrique.

On ajoute alors de l'ammoniaque en léger excès et on laisse de nouveau digérer pendant douze heures.

La liqueur est alors filtrée et le dépôt est pressé.

La solution légèrement ammoniacale est de nouveau acidulée par l'acide sulfurique étendu qui précipite quelques matières étrangères.

On filtre à nouveau et la liqueur très colorée sert à préparer du carmin chinois (comme ci-dessus, à l'aide du mélange des deux chlorures d'étain); ou bien du carmin à base d'alumine en ajoutant de l'alun saturé et portant à l'ébullition.

LAQUES DE COCHENILLE

Synonymes. — Laques carmimées, laques de Paris, de Vienne.

On emploie souvent pour fabriquer ces laques les eaux mères de la fabrication du carmin. On y délaie de l'alumine en gelée, ou mieux du sulfate d'alumine tribasique qui enlève la matière colorante ; ou bien on ajoute de l'alun saturé et on porte à l'ébullition.

Pour les laques de première qualité, on n'emploie que des matières neuves.

On fait bouillir de la cochenille moulue avec de l'eau additionnée de bitartrate de potasse. On filtre et on ajoute de l'alun en poudre ; quand la solution est complète, on verse goutte à goutte une petite quantité de protochlorure d'étain. Au bout de quelque temps, il se dépose une laque de très belle qualité ; on la recueille et on précipite l'eau mère en ajoutant peu à peu du carbonate de potasse ou de soude.

On obtient de cette façon une seconde laque moins belle et moins foncée que la première, mais qui est encore de qualité suffisante pour les peintures ordinaires.

Les laques carminées sont souvent additionnées de craie et surtout d'amidon.

On trouve dans le commerce de la *cochenille ammoniacale* d'un rose vif ; c'est un produit qu'on prépare en faisant agir l'ammoniaque sur la cochenille, à l'abri du contact de l'air.

En dissolvant la cochenille ammoniacale dans l'eau, filtrant et précipitant par l'alun saturé, on obtient de très belles laques roses, d'une préparation facile.

LAQUES DE BOIS ROUGES

Synonymes. — Laque en boules de Venise, laque de Florence, laque plate d'Italie, etc.

Tous ces produits ont pour base la *brésiline*, matière colorante découverte par M. Chevreul dans le bois de Brésil.

Cette matière se trouve aussi dans les autres bois rouges désignés sous les noms de bois de *Lima*, de *Sappan*, de *Ste-Marthe*, de *brésillet*, etc.

De tous les bois rouges, le plus estimé c'est le bois de Pernambuco (Brésil), qu'on désigne dans la droguerie sous le nom de Fernambouc ou Fernambourg. C'est le *Cæsalpinia crista* qui produit ce bois si riche en matière colorante ; le meilleur vient, non pas de la province de Pernambuco, mais de celle de Paralhiba. Le même arbre existe à la Jamaïque.

Le *bois de Brésil* proprement dit est fourni par le *Cæsalpinia brasiliensis* qui est commun dans presque tout l'empire.

C'est, du reste, à cause de la découverte des bois rouges que le Brésil a reçu le nom qu'il porte : *Brazil*, en portugais, de *brazza*, braise, mot employé pour désigner la couleur rouge de feu.

Les autres bois proviennent presque tous d'autres *Cæsalpinias;* par exemple le bois de Sapan, qui vient du Japon, de la Chine, des Indes, de l'Océanie, etc. ; ce bois est produit par le *Cæsalpinia sappan.*

De tous les bois rouges, le moins estimé est le *brésillet*, produit du *Cæsalpinia vésicaria*, de la Guyane et des Antilles.

La *brésiline* est une matière à peine colorée quand elle est pure; elle cristallise nettement sous la forme de fines aiguilles jaune pâle ou presque incolores. En présence de l'air et de l'eau, la brésiline se colore en jaune, puis en rouge vif, surtout sous l'influence de l'ébullition. Cette matière est celle qui sert de base à toutes les teintures aux bois rouges; on la nomme *brésiléine;* elle cristallise en aiguilles satinées d'un très beau rouge.

Malheureusement la brésiline et tous ses dérivés sont instables et ne donnent que des couleurs *faux teint* ou *petit teint.* Toutefois, par l'action des réactifs oxydants (bichromate de potasse, sulfate de cuivre, etc.) sur les extraits de bois rouges, on obtient sur laine des impressions en bruns de diverses nuances d'une solidité remarquable. L'oxydation se fait sous l'influence du vaporisage.

L'emploi des bois rouges en teinture et en impression a beaucoup diminué depuis qu'on fabrique en grand les couleurs d'aniline.

FABRICATION

Les laques de bois rouges, bien que peu solides, sont fort employées pour la fabrication des papiers peints, des papiers marbrés, de fantaisie, etc., ainsi que pour la peinture des décors de théâtre. Mais on ne doit jamais se servir de laques aux bois rouges pour la peinture d'art.

On a constaté, depuis longtemps, que les décoctions de bois rouge (ce qu'on appelle les *jus de Brésil* dans les ateliers) s'améliorent en vieillissant, du moins jusqu'à une certaine limite.

On explique ce fait en partant de ce point que les décoctions deviennent alcalines au bout de peu de temps par suite du développement d'une certaine quantité d'ammoniaque. Des matières brunes entrent en dissolution et ternissent l'éclat de la couleur.

Mais les matières sucrées que renferme la décoction fermentent et donnent

de l'alcool, puis de l'acide acétique qui sature l'ammoniaque et détermine la précipitation des matières brunes.

En partant de ces données, M. Habich a proposé une méthode qui paraît fort rationnelle pour purifier les jus de Brésil.

La liqueur est saturée par de l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau, qu'on verse en mince filet en agitant constamment.

Lorsque le mélange est devenu franchement acide, on filtre pour séparer un précipité brunâtre et on ajoute dans la liqueur filtrée du bichlorure d'étain, bien exempt de protochlorure. On peut employer comme bichlorure la *composition d'écarlate;* mais il faut s'assurer qu'elle ne renferme pas de protochlorure. Si on en verse une goutte dans une solution d'acide sulfhydrique, on ne doit pas avoir de précipité brun; il se forme un précipité jaune de bisulfure d'étain, mais seulement sous l'action de la chaleur.

Le précipité rouge donné par le bichlorure d'étain dans les jus de Brésil purifiés forme une très belle laque rouge, d'une nuance très foncée, mais toujours peu solide.

On peut aussi employer le protochlorure d'antimoine pour précipiter les jus de Brésil et même les décoctions des autres bois colorés; les laques ainsi préparées sont très pures de ton.

Le plus souvent, on obtient les laques de bois rouges en délayant dans les décoctions différents mélanges propres à observer la matière colorante.

La *laque en boules de Venise* se prépare en délayant un mélange de gélatine et d'alumine en gelée dans un jus de Brésil renouvelé jusqu'à ce que la matière ne se colore plus. On avive ensuite la couleur par l'action de l'alun, ou on lui donne une nuance violette au moyen de l'eau de savon.

La *laque plate d'Italie* s'obtient en ajoutant de l'alun à une décoction de bois rouge, puis de la craie qui sature en partie l'alun et détermine la précipitation de l'alumine sur laquelle se fixe la matière colorante.

On peut aussi employer le sulfate d'alumine tribasique ou l'alun saturé qui laisse déposer ce sulfate par l'action de la chaleur.

On ajoute souvent de la colle d'amidon aux laques de bois rouges, surtout quand elles sont destinées à la fabrication des papiers de fantaisie.

LAQUES ROUGES D'ANILINE, ETC.

Les premières laques de ce genre ont été fabriquées en teignant de l'amidon ou de la fécule avec une solution aqueuse de *rouge d'aniline* ou *fuchsine*. Elles ne pouvaient servir que pour les papiers peints et avaient le défaut de passer très vite à la lumière.

On prépare maintenant plusieurs laques roses ou rouges de très belle qualité et suffisamment solides au moyen de diverses matières colorantes artificielles.

Nous citerons seulement la magnifique couleur désignée sous le nom de *rouge du Japon*.

C'est une combinaison d'*éosine* (fluorescéine tétrabromée) avec de l'oxyde de plomb. Cet *éosinate de plomb* s'obtient tout simplement en précipitant une solution aqueuse d'éosine par l'acétate de plomb.

On l'emploie très en grand, non seulement pour l'impression des papiers peints, mais pour la coloration des papiers d'affiches, etc.

VERTS

COULEURS VERTES A BASE DE CUIVRE

Le nombre de ces couleurs est fort considérable; on leur attribue souvent des noms de fantaisie, de sorte que des produits de composition très différente, sont souvent désignés sous le même nom et inversement; de là une grande confusion dans l'histoire de toutes ces matières.

PROPRIÉTÉS

Toutes les couleurs vertes à base de cuivre sont des *verts lumière*, c'est-à-dire que leur éclat se trouve rehaussé à la lumière du gaz et des bougies.

Elles sont toutes vénéneuses, moins cependant que les couleurs de plomb.

Certains verts de cuivre, qui contiennent en même temps de l'arsenic, sont des sons redoutables.

Mise en contact avec une couleur à base de cuivre, l'ammoniaque caustique (alcali volatil) se colore en bleu au bout d'un temps plus ou moins long.

Les verts de cuivre sont assez résistants à la lumière.

Ils noircissent par les émanations sulfureuses, mais beaucoup moins vite que les couleurs de plomb.

En général, les couleurs de cuivre conviennent mieux pour les peintures à l'eau que pour les peintures à l'huile ou au vernis ; en effet, la plupart de ces couleurs noircissent ou brunissent sous l'action de la lumière, en présence de l'huile ou des résines.

La plupart des couleurs de cuivre étant préparées à l'aide du sulfate de cuivre, il est nécessaire de savoir purifier exactement ce sel, d'une façon économique, en lui enlevant toute trace de fer; la présence de ce métal étant par-dessus tout nuisible à l'éclat des nuances que donnent les composés de cuivre.

On précipite une partie du sulfate de cuivre par un excès de carbonate de soude; le carbonate de cuivre est lavé avec soin; puis on en fait bouillir une partie

avec la solution de sulfate de cuivre. Le carbonate de cuivre déplace l'oxyde de fer qui se dépose et qu'on sépare en filtrant.

Pour que cette opération réussisse, il est nécessaire que le fer soit entièrement à l'état de peroxyde ; si le sulfate de cuivre renfermait beaucoup de protoxyde de fer, il faudrait le peroxyder par l'action du chlore ou de l'acide azotique.

MALACHITE

On désigne sous ce nom un carbonate de cuivre naturel (carbonate bibasique hydraté) qui se présente en masses concrétionnées, d'un très beau vert et qu'on emploie pour différents objets d'ornement.

La malachite est abondante en Sibérie; on l'exploite même comme minerai de cuivre. Mais les beaux échantillons sont toujours rares, de sorte que les objets massifs ou plaqués en malachite sont toujours d'un prix assez élevé.

La malachite présente souvent de très beau veinages vert clair, vert très foncé, alternant avec des parties presque blanches. Au palais du Grand-Trianon, on peut admirer une magnifique coupe plaquée de malachite, d'un mètre d'ouverture.

En choisissant de beaux morceaux de malachite et les réduisant en poudre fine, on obtient un très beau vert clair employé quelquefois pour la peinture fine. Cette couleur est très solide, mais elle est d'un prix assez élevé.

VERT DE BRUNSWICK

C'est un *oxychlorure de cuivre* ou *chlorure de cuivre basique*, autrement dit, une combinaison de bichlorure de cuivre CuCl avec du bioxyde CuO.

Le vert de Brunswick est d'un vert bleuâtre clair; il manque d'intensité, mais il est assez solide et peut être fabriqué à bon marché.

On arrose avec de l'acide chlorydrique, de la tournure de cuivre, des débris de vieux doublages de navires, etc. L'attaque se fait rapidement au contact de l'air qui doit d'ailleurs se renouveler assez facilement pour éviter la formation du chlorure Cu^2Cl.

En répétant les additions d'acide, on finit par transformer presque tout le métal en oxychlorure qu'on enlève par des lavages et qui se dépose sous la forme d'une poudre pesante.

VERT DE BRÊME

La fabrication de ce produit est assez récente; elle ne remonte pas au delà d'une trentaine d'années.

Le vert de Brême est un oxyde de cuivre hydraté, préparé dans des conditions spéciales; car l'hydrate ordinaire, préparé en précipitant un sel de cuivre par la potasse ou la soude, est bleuâtre et se dessèche en une masse dure et cornée qu'on ne pourrait employer comme couleur.

M. Habich a publié d'intéressants détails sur cette fabrication peu connue.

On prépare d'abord de l'oxychlorure de cuivre basique bien exempt de sous-chlorure de cuivre, car celui-ci donne avec les alcalis du sous-oxyde Cu^2O de couleur jaune orangé quand il est hydraté, et rouge quand il est anhydre.

L'oxychlorure étant bien égoutté et pressé, on le délaie dans une lessive de soude caustique à 20 degrés Baumé. Il se forme ainsi un oxyde de cuivre hydraté qu'on peut laver et sécher, il reste sous la forme d'une masse pulvérulente, d un vert franc.

Au contraire, si l'on versait dans la lessive de soude de l'oxychlorure délayé dans de l'eau, de manière à former une bouillie liquide, le mélange se prendrait en une masse d'un vert grisâtre, assez dure, qui serait fort difficile à laver et ne pourrait servir comme couleur.

Quant au *bleu de Brême*, on le prépare au moyen d'un mélange d'oxychlorure et de sulfate de cuivre (voir précédemment).

VERT DE SCHÉELE

Synonyme : Arsénite de cuivre.

C'est un produit fort vénéneux, d'un vert jaunâtre, qui est maintenant très peu employé.

Voici les indications données par Schéele pour la préparation de ce produit :

On fait dissoudre 1 kilogramme de sulfate de cuivre pur dans 20 litres d'eau.

D'autre part, on fait chauffer dans 6 litres d'eau, 1 kilogramme de carbonate de potasse et 325 grammes d'acide arsénieux.

Après avoir filtré les deux solutions et pendant qu'elles sont encore chaudes, on verse peu à peu l'arsénite de potasse dans le sulfate de cuivre.

Il se forme un précipité vert qu'on lave et qu'on recueille sur un filtre.

Actuellement on préfère dissoudre à l'eau bouillante le sulfate de cuivre et l'acide arsénieux et ajouter peu à peu du carbonate de soude, en agitant constamment jusqu'à ce que l'arsénite précipité ait pris la teinte convenable.

On a aussi employé la solution d'acide arsénieux dans le bitartrate de potasse pour précipiter le sulfate de cuivre; mais cette modification augmente le prix de revient sans grand avantage.

VERT DE SCHWEINFURT

Synonymes. — Vert de Paris, vert fin.

HISTORIQUE — USAGES

Cette belle couleur a été découverte en 1712, par Rusz et Sattler, à Schweinfurt, petite ville de Bavière.

C'est le vert qu'on emploie si souvent pour colorer les papiers destinés aux cartonnages de fantaisie, aux abat-jour de lampe, etc.

Pour la fabrication des papiers peints, on s'en sert de moins en moins, car il est absolument interdit dans certains états, notamment en Suède et en Prusse. On ne peut donc importer dans ces pays des produits manufacturés, où il entrerait du vert de Schweinfurt.

Comme cette couleur renferme environ moitié de son poids d'acide arsénieux, elle agit à la manière d'un poison extrêmement violent, même quand elle est absorbée sous forme de poussières ou qu'elle est simplement mise en contact avec la peau. Ainsi, des ouvrières ont été sérieusement malades pour avoir manié des tissus préparés au vert de Schweinfurt, pour feuillages de fleurs artificielles, des mousselines ou *tarlatanes* pour robes de bal, etc. De plus, le vert de Scheweinfurt qui reste en contact avec la peau, donne naissance à des éruptions d'aspect dartreux, fort désagréables, surtout sous l'influence de la transpiration.

Dans les pays chauds, au Brésil par exemple, on emploie constamment le vert de Schweinfurt (sous le nom de *vert de Paris*) pour arrêter les ravages des *termites*. Ce sont des insectes qui ressemblent assez à nos fourmis volantes et qui rongent les bois de charpente, en laissant intacte la surface intérieure, de-sorte que les constructions s'effondrent souvent au moment où l'on y pense le moins. Aussitôt qu'on aperçoit des *passages* de termites, on les soupoudre de vert de Schweinfurt.

L'acide arsénieux conviendrait tout aussi bien, mais ce produit blanc pourrait être confondu avec la farine, le plâtre, etc., et causer ainsi de nombreux accidents; tandis que la couleur verte indique la présence du poison. Ce n'est, du reste, qu'un palliatif, car les termites exercent de grands ravages dans tous les pays chauds et même en France (Rochefort, La Rochelle, etc.), le *termite lucifuge*

est un véritable fléau. Dans toutes ces régions, le fer doit remplacer le bois pour toutes les charpentes de quelque importance.

FABRICATION

Le vert de Schweinfurt est une combinaison chimique bien définie d'*arsénite* et d'*acétate de cuivre*. Elle a été analysée par Berzélius et d'autres chimistes.

Examinée au microscope, cette combinaison paraît formée d'une multitude de petits cristaux.

Il est nécessaire, pour que cette couleur prenne tout son éclat, qu'elle soit cristallisée; mais il ne faut pas que les cristaux soient trop volumineux; car le produit serait grenu et perdrait beaucoup au broyage.

Il faut donc s'appliquer à produire le vert de Schweinfurt en cristaux très déliés.

Cette combinaison est soluble dans les acides, même dans l'acide acétique employé en quantité suffisante; par conséquent, il ne faut pas introduire un grand excès d'acide acétique dans les préparations.

Elle est soluble aussi dans l'ammoniaque, sans résidu.

Les procédés employés sont assez variés; on peut les ramener aux deux suivants :

1° On délaye dans l'eau du *vert-de-gris* (acétate de cuivre basique); on fait passer à travers un tamis de toile de cuivre très fine qui retient les impuretés.

La bouillie verdâtre ainsi obtenue est versée peu à peu dans une solution bouillante et saturée d'acide arsénieux.

Il se fait ainsi de l'arsénite de cuivre aux dépens de l'oxyde de cuivre en excès que contient l'acétate basique.

Celui-ci étant ramené à l'état d'acétate neutre, reste combiné avec l'arsénite de cuivre et forme du vert de Schweinfurt.

Souvent la couleur ne prend pas tout de suite la teinte convenable; on ajoute alors une petite quantité d'acide acétique et on laisse digérer pendant quelques heures.

2° On prépare de l'arsénite de cuivre, aussi pur que posssible; on le lave et on le fait bouillir avec une solution d'acétate neutre de cuivre (verdet).

Depuis la découverte de l'arsénite de cuivre et du vert de Schweinfurt, on a introduit dans le commerce un certain nombre de produits fort différents désignés sous des noms de fantaisie et qui contiennent tous du cuivre et de l'arsenic. Dans quelques-uns, le cuivre est à l'état, non plus d'arsénite, mais d'arséniate.

DIVERSES COULEURS VERTES

CONTENANT DU CUIVRE ET DE L'ARSENIC

Cendres vertes. — Cette couleur ne sert que pour la peinture à l'eau ; elle n'a pas assez de *fond* pour être bien utile à la peinture à l'huile.

C'est un mélange d'arsénite et de sulfate de cuivre basique qu'on obtient de la manière suivante :

On prépare de l'arsénite de chaux en faisant bouillir 1 kilogramme de chaux vive éteinte et délayée dans un excès d'eau avec 2 kilogrammes d'acide arsénieux. On filtre, et dans la liqueur chaude on verse peu à peu une solution de sulfate de cuivre, en ayant soin d'agiter constamment. Il se dépose de l'arsénite et du sulfate basique de cuivre avec une certaine quantité de sulfate de chaux.

Vert Paul Véronèse. — C'est une couleur d'un beau vert clair, à base de cuivre et d'arsenic ; le procédé qui sert à l'obtenir n'est pas connu.

Vert anglais. — Mélange à proportions très variables de vert de Schéele ou de Schweinfurt avec du sulfate de baryte ou du sulfate de chaux. Les nuances varient dans des limites très étendues.

Vert de Neuwied, vert de Pickel. — C'est un arsénite de cuivre basique préparé en ajoutant d'abord de l'acide arsénieux, puis de la chaux dans une solution bouillante de sulfate de cuivre. C'est donc un produit analogue à la cendre verte et contenant un excès de sulfate de chaux.

Vert minéral. — C'est encore de l'arsénite de cuivre plus ou moins basique, mêlé d'oxyde de cuivre hydraté. On l'obtient en précipitant du sulfate de cuivre par de l'acide arsénieux et ajoutant de la potasse ou de la soude caustique.

D'après M. Habich, il est avantageux de remplacer l'alcali caustique par une solution d'oxyde de zinc dans la potasse ou la soude (*zincate alcalin*), qu'on peut produire aisément par l'action d'une lessive bouillante sur des rognures ou des grenailles de zinc.

Le produit serait supérieur à celui que donne le procédé ordinaire, qui couvre mal, et dont la teinte est médiocre.

Vert Mitis (dit aussi *vert métis*), *vert de Vienne, vert de Kirchbenger.* — Cette couleur est à base d'arséniate de cuivre.

Nous avons déjà parlé d'un arséniate de cuivre, de couleur bleue, obtenu par précipitation.

Pour préparer l'arséniate vert, on ajoute peu à peu de l'arséniate de soude dans une solution bouillante de sulfate de cuivre maintenue en excès, et on prolonge l'ébullition jusqu'à ce que le produit ait atteint la nuance désirée.

Au contraire, pour l'arséniate bleu, on verse le sulfate de cuivre dans la solution chaude d'arséniate de soude et on filtre immédiatement.

L'arséniate de soude se prépare en oxydant l'acide arsénieux par l'acide

azotique et saturant par le carbonate de soude l'acide arsénique ainsi formé.

Le sel est purifié par cristallisation.

Observation générale. — Il nous a paru nécessaire de mentionner toutes ces couleurs, dont la plupart ne sont que des mélanges sans grand intérêt, parce qu'on doit toujours se méfier de la présence de l'arsenic dans les verts, malgré les noms plus ou moins bizarres qui peuvent servir à masquer la présence de ce redoutable poison.

Les fabricants doivent toujours faire essayer par des chimistes les couleurs qu'ils emploient pour les papiers peints, les jouets, etc.; autrement ils pourraient se trouver en contravention avec les ordonnances de police françaises ou voir leurs produits interdits dans certains États.

COULEURS DIVERSES A BASE DE CUIVRE

(SANS ARSENIC)

Laque verte minérale. — On précipite par le carbonate de soude une solution mélangée de sulfate de cuivre et de sulfate de zinc.

On lave le mélange des deux carbonates et on le calcine à une température modérée dans un creuset fermé.

On obtient de cette façon une combinaison des deux carbonates anhydres (ou peut-être des deux oxydes ?) qui donne un vert clair très solide.

Vert-de-gris. — C'est un mélange de plusieurs acétates de cuivre basiques dont la teinte varie du vert bleu au vert assez franc.

On l'emploie quelquefois pour les peintures à l'eau; c'est une couleur peu solide et de plus en plus abandonnée.

On fabrique le vert-de-gris à Montpellier, Cette, etc., en mettant des plaques de cuivre en contact avec des marcs de vendange abandonnés à la fermentation acétique pendant plusieurs semaines.

Les plaques sont ensuite grattées pour détacher le vert-de-gris. Ce produit se trouve mêlé de toutes sortes de débris provenant des marcs; de façon qu'il est nécessaire de le délayer dans l'eau et de le passer à travers un tamis fin quand on veut l'employer directement comme couleur ou s'en servir pour faire du vert de Schweinfurt.

Il ne faut pas oublier que le vert-de-gris est légèrement soluble dans l'eau.

Vert d'Elsner. — Mélange de laque au bois jaune et au protochlorure d'étain avec de l'oxyde de cuivre précipité du sulfate par la soude caustique.

Stannate de cuivre. — On précipite une solution de sulfate de cuivre par du *stannate de soude*, sel fabriqué très en grand pour les teintures et les impressions sur tissus.

Le précipité bien lavé et bien séché, prend une belle coloration verte et peut être employé comme couleur.

Sulfates de cuivre basiques. — Ce sont des sels presque insolubles, bleus à l'état hydraté, verts après une dessiccation convenable.

Ils forment la partie essentielle des couleurs connues sous les noms de *verts d'Erlaa* (petite ville de Saxe) et *vert Casselmann.*

Ce dernier s'obtient en précipitant à chaud de l'acétate de soude par du sulfate de cuivre. En prolongeant l'ébullition, on obtient un précipité vert qui devient compact et grenu.

VERT DE CHROME

(OXYDE DE CHROME ANHYDRE)

Ce produit, d'un vert foncé, est grisâtre et manque absolument d'éclat. Comme il est très solide, on l'a employé quelquefois pour la peinture à l'huile; mais il n'a d'importance que comme *couleur vitrifiable*, et c'est à ce point de vue spécial que nous en parlerons (voir plus loin, *Couleurs vitrifiables*).

VERT GUIGNET

Synonymes. — Vert Pannetier, vert émeraude, vert émeraude fixe.

HISTORIQUE

Ce produit a été préparé, dès le commencement du siècle, par un très habile fabricant de couleurs fines, Pannetier, qui s'appliquait surtout à fabriquer de belles couleurs pour la peinture sur porcelaine. Les magnifiques peintures de Mme Jacottot, qu'on admire au musée céramique de Sèvres, ont été faites avec des couleurs de Pannetier; les rouges à base de fer, notamment, sont d'une beauté tout à fait exceptionnelle.

Le vert émeraude de Pannetier n'est pas du nombre des couleurs vitrifiables, car il ne résiste pas au feu. Pannetier le produisit tout spécialement pour la peinture fine: miniature, aquarelle et peinture de tableaux. Avant sa mort, il céda son procédé à Binet, habile fabricant de produits réfractaires, à Paris.

La production du vert émeraude continua; on en consommait des quantités

assez notables pour la peinture fine et les fleurs artificielles, malgré le prix très élevé (120 fr. le kilogramme).

Plusieurs chimistes avaient étudié le vert émeraude; comme il noircit sous l'action de la chaleur, on croyait généralement que c'était une sorte de *laque verte*, formée par une matière organique.

Ayant fait des analyses aussi précises que possible du vert émeraude, nous arrivâmes à constater que ce produit ne contient que de l'*oxyde de chrome* et de l'*eau;* à part quelques impuretés qu'on peut regarder comme accidentelles, c'est donc un *oxyde de chrome hydraté.*

Quand on le chauffe, il dégage de la vapeur d'eau et noircit en formant un oxyde de chrome intermédiaire.

Comment cet hydrate de chrome avait-il été préparé? Il ne ressemble pas du tout à l'oxyde hydraté gris bleuâtre qu'on obtient en précipitant par l'ammoniaque un sel de chrome; il diffère complètement des hydrates verts obtenus en faisant dissoudre l'hydrate bleuâtre dans de la potasse caustique, puis saturant la potasse par un courant d'acide carbonique, etc. La couleur, la composition chimique, sont absolument différentes pour ces divers hydrates.

Le vert émeraude est représenté par la formule Cr^2O^3, 2HO; mais cette composition n'apprenait rien sur le mode de fabrication, tenu absolument secret.

En juillet 1859, nous prîmes un brevet pour la production de cet hydrate, dans des conditions tout à fait imprévues, et même, croyons-nous, à peu près uniques en chimie.

L'hydrate en question prend naissance à la température du rouge sombre, de 400 à 450 degrés.

Si l'on fait un mélange de bichromate de potasse et d'acide borique en excès, il suffit de chauffer sur une lame de platine à la flamme d'un bec Bunsen pour obtenir une masse boursouflée d'un vert émeraude très vif.

Il se forme ainsi un borate double d'oxyde de chrome et de potasse qu'on traite par l'eau bouillante; l'oxyde de chrome hydraté se sépare, il ne reste plus qu'à le sécher.

On peut d'ailleurs remplacer le bichromate de potasse par le chromate neutre de soude qui se décompose très facilement par l'acide borique, ou même par le chromate de chaux.

FABRICATION

Le brevet de 1859 a été fort habilement mis en exploitation dans l'importante usine de produits chimiques de Charles Kestner, à Thann (Alsace), sous la direction de M. Scheurer-Kestner.

Des moufles construits en briques réfractaires sont chauffés constamment à la température de 400 degrés.

On y charge le mélange de bichromate de potasse et d'acide borique cristallisé; il suffit que ce mélange soit fait à sec et il n'est pas nécessaire qu'il soit très intime.

Chacune des *charges* se change en une sorte de gâteau très boursouflé par un vif dégagement d'oxygène.

Quand la réaction est terminée on défourne les masses poreuses ainsi obtenues

et on les épuise par l'eau bouillante qui dissout du borate de potasse et un peu de bichromate ayant échappé à la réaction.

Les eaux mères sont traitées par l'acide chlorhydrique de manière à régénérer l'acide borique; les quatre cinquièmes de ce produit rentrent ainsi en fabrication.

Le vert Guignet, simplement égoutté et pressé, est livré sans autre préparation aux imprimeurs sur tissus de coton (impressions à l'albumine), aux fabricants de feuillages pour fleurs artificielles, etc. Le vert en pâte contient environ 33 p. 100 d'eau. Il est vendu au prix de 12 francs le kilogramme (à l'état sec; dépôt de la fabrique de Thann, chez M. Marquet, 15, rue Vieille-du-Temple à Paris).

La production annuelle du vert émeraude s'est élevée jusqu'à trois cent mille kilogrammes; ce produit est donc devenu très important, depuis que le prix de vente a été abaissé des neuf dixièmes.

Le vert fabriqué en Allemagne est souvent falsifié; pour abréger les lavages, on ajoute à la deuxième ou troisième eau du chlorure de baryum; il se forme ainsi du chromate de baryte d'un jaune très clair qui reste disséminé dans la masse du vert et en rehausse le ton, tout en le *chargeant* d'une manière sensible.

Quand le vert Guignet doit être broyé à la gomme, pour en fabriquer les *tablettes* ou *pastilles* destinées à l'aquarelle ou aux apprêts pour fleurs, il est nécessaire de lui enlever toute trace d'acide borique ou de borate de potasse, car ce composé coagule la gomme, de sorte que la couleur prend un peu l'aspect du caoutchouc.

On parvient aisément à enlever tout le borate en faisant bouillir le produit avec une solution d'acide tartrique; il se forme ainsi une combinaison très soluble (tartrate double de bore et de potasse) qui s'enlève facilement par des lavages.

PROPRIÉTÉS

Le vert Guignet est tout à fait inaltérable à l'air, à la lumière, aux émanations sulfureuses.

Il résiste à l'action des lessives de soude ou de potasse, au lait de chaux, etc.

Il n'est attaqué que par les acides concentrés et chauds, surtout par l'acide chlorhydrique.

A la température de 250 à 300 degrés il perd de l'eau et noircit en se décomposant.

Il est absolument inoffensif et peut être mélangé avec toutes les autres couleurs sans les altérer.

C'est un *vert lumière* qui paraît plus vif de ton à la lumière du gaz ou des bougies qu'à la lumière du soleil.

USAGES

La plus importante application de ce produit, c'est son emploi pour les impressions à l'albumine sur tissus de coton; c'est M. Camille Kœchlin, habile chi-

miste industriel de Mulhouse, qui a fait imprimer cette couleur pour la première fois en 1859.

L'apprêt des tissus verts, destinés à faire les feuillages pour fleurs, consomme aussi d'importantes quantités de vert de chrome.

Ces tissus étaient d'abord fabriqués en *couchant à la brosse* un mélange d'empois et de vert de Schweinfurt, qui est un poison violent; les ouvriers qui préparaient ces tissus, les ouvrières qui les mettaient en œuvre éprouvaient de véritables empoisonnements.

Aussitôt que le prix du vert émeraude devint abordable à l'industrie, M. Bouffé, apprêteur pour fleurs, remplaça le vert de Schweinfurt par un mélange d'acide picrique et de vert Guignet. La nuance obtenue est aussi belle et plus solide que celle du vert de Schweinfurt; à surface égale, le prix de revient est moins élevé, et les dangers d'empoisonnement sont supprimés.

L'Académie des sciences a récompensé l'invention et l'application de ce produit par le prix Montyon (arts insalubres).

Pour les peintures à l'huile, le vert Guignet présente l'avantage d'une solidité parfaite; de plus, il est transparent et convient très bien pour les *glacis;* enfin il se mélange avec toutes les couleurs. Avec le jaune de cadmium et surtout le jaune indien il donne des verts jaunes d'une richesse extraordinaire; avec la terre de Sienne brûlée, des bruns verdâtres du ton le plus chaud, etc.

Pour la peinture en bâtiments, il n'est pas possible d'employer un produit dont le prix est quatre fois plus élevé que celui des verts communs; les travaux étant exécutés au mètre carré, il faudrait accorder une plus-value à l'entrepreneur si on lui imposait des couleurs spéciales.

Il y a quelquefois avantage à opérer de cette façon; en voici deux exemples :

1° Dans les ateliers du chemin de fer de l'Est on a peint un certain nombre de wagons avec du vert de chrome; l'excédent de dépense n'a pas dépassé quinze francs pour un wagon coûtant plusieurs milliers de francs. Si le travail eût été fait à l'entreprise, il eût fallu tenir compte à l'entrepreneur de cet excédent évalué par des essais préalables.

2° Pour un établissement d'eaux sulfureuses, un vert d'eau inaltérable fut composé avec 20 kilogrammes de blanc de zinc pur et 1 kilogramme de vert Guignet, broyés ensemble avec de l'huile cuite au manganèse. La couleur était inaltérable, mais revenait à 0 fr. 10 de plus par mètre carré que la peinture au blanc de zinc additionné de vert ordinaire noircissant par les émanations sulfureuses.

Pour les impressions en couleurs (chromolithographies, etc.,) on n'emploie que des couleurs communes et on ne se préoccupe pas de la solidité. Mais, pour des usages spéciaux, il est nécessaire d'avoir des couleurs inaltérables; par exemple pour l'impression en couleurs des cartes géographiques, MM. Ehrard frères, à Paris, emploient le vert Guignet et d'autres couleurs complètement inaltérables pour les belles cartes imprimées ou éditées par leur maison.

Quant à la fabrication des papiers peints, le vert Guignet dépassant de beaucoup le prix des verts ordinaires et, de plus, ayant le défaut de ne pas *couvrir* (c'est-à-dire d'être demi-transparent), n'a été employé que par un petit nombre de fabriques (notamment la maison Zuber, à Rixheim, près Mulhouse) et sur commandes spéciales. Les papiers ainsi fabriqués résistent parfaitement à la

lumière et peuvent être collés sur des plâtres frais sans subir la moindre altération.

Pour la coloration des savons de toilette (dits au *suc de laitue*), on employait depuis longtemps l'oxyde de chrome anhydre qui donne un ton vert grisâtre très solide, mais d'aspect peu agréable. Ce produit a été remplacé par le vert émeraude. Il faut savoir d'ailleurs que les couleurs, mélangées aux savons, sont broyées à l'huile avant d'être incorporées dans la pâte encore chaude; des couleurs, même en poudre très fine, ne pourraient jamais se distribuer également dans toute la masse. Dans l'analyse d'un savon coloré, il ne faut donc pas s'étonner de trouver de l'huile à l'état de liberté; ce n'est pas de l'huile qui a échappé à la saponification, c'est de l'huile employée pour délayer la matière colorante.

VERTS DE CHROME DIVERS

Ces verts sont très solides, d'une fort belle nuance vert émeraude, beaucoup plus claire que celle du vert Guignet. Comme il est facile d'obtenir des teintes semblables en ajoutant du blanc à ce dernier produit, jusqu'à présent les autres verts de chrome n'ont pas été l'objet d'une fabrication suivie.

1° *Vert Arnaudon.* — On chauffe à une température qui ne doit pas dépasser 200 degrés, un mélange de bichromate de potasse (149 grammes) et de phosphate d'amoniaque cristallisé (128 grammes).

L'acide chromique est réduit par l'ammoniaque et la masse devient d'un vert clair, très vif.

En épuisant par l'eau bouillante, on enlève du phosphate de potasse et il reste un phosphate basique d'oxyde de chrome hydraté. La quantité d'acide phosphorique retenu par ce composé ne paraît pas constante, ce qui, d'ailleurs, est sans importance au point de vue de l'emploi de ce produit comme couleur.

En chauffant un mélange de bichromate de potasse et de phosphate acide de chaux, nous avons constaté qu'on obtient un produit d'un vert clair très vif, formé d'un mélange de métaphosphate de chrome et de phosphate de chaux, après qu'on a enlevé du phosphate de potasse par des lavages à l'eau bouillante.

Ce produit est peut-être un métaphosphate double de sexquioxyde de chrome et de chaux, avec une certaine quantité d'eau.

2° *Vert Schnitzer.* — On chauffe avec précaution un mélange ainsi formé :

Bichromate de potasse.	15	parties.
Phosphate de soude cristallisé.	36	—
Acide tartrique.	6	—

On peut remplacer l'acide par 14 parties de tartrate de soude et de potasse (sel de Seignette).

Il se produit une vive effervescence due au dégagement d'acide carbonique produit par l'oxydation de l'acide tartrique. Le résidu brun, poreux, se dissout

en grande partie dans l'eau chaude. C'est du *chromate de chrome* ou oxyde intermédiaire, soluble dans l'eau.

La matière épuisée par l'eau est séchée, puis humectée d'acide chlorhydrique concentré et traitée par l'eau bouillante; il reste ainsi une masse verte insoluble dans l'eau (phosphate ou métaphosphate de chrome).

VERT DE COBALT

Synonymes. — Vert de Rinmann, vert de zinc.

HISTORIQUE

C'est à la fin du siècle dernier que le chimiste suédois Rinmann, découvrit ce fait remarquable : que l'oxyde de zinc se colore en vert très foncé quand on le calcine avec de l'oxyde de cobalt.

Il se forme ainsi une véritable combinaison, très stable, inaltérable à la chaleur et à toutes les influences qui peuvent altérer les couleurs.

Malheureusement le vert de cobalt manque d'éclat; de plus, il est d'un prix élevé; enfin, depuis que le vert émeraude est fabriqué en grand, comme il est beaucoup moins cher et bien supérieur comme vivacité de ton, le vert de Rinmann est complètement abandonné.

Le vert de cobalt contient presque toujours un excès d'oxyde de zinc.

Il est nécessaire, d'ailleurs, que la proportion d'oxyde de cobalt ne dépasse jamais un équivalent de cet oxyde pour un équivalent d'oxyde de zinc; autrement ce produit deviendrait noir et terne.

On opère, en général, sur du blanc de zinc de première qualité.

On le mélange avec une solution de sulfate de cobalt bien pur et on calcine au rouge dans un creuset fermé.

Le vert est plus beau quand on opère sur un mélange de blanc de zinc et de phosphate de cobalt récemment précipité et bien lavé.

Voici la composition d'un vert de cobalt fabriqué en Allemagne :

Oxyde de zinc	71,68
Protoxyde de cobalt	18,93
Acide phosphorique	8,39
	99,00

Le point très important, c'est de n'employer qu'un sel de cobalt parfaitement pur. Le carbonate de cobalt (oxyde KOH de Saxe), les oxydes noirs venant d'Angleterre, doivent être dissous dans les acides et purifiés par les procédés ordinaires de l'analyse chimique.

On a indiqué l'emploi de l'arséniate de cobalt au lieu du phosphate. De plus, M. Wagner a constaté qu'en ajoutant une petite quantité d'acide arsénieux au mélange de blanc de zinc et de phosphate de cobalt, on obtient par calcination un vert plus beau et plus facile à pulvériser.

Mais il est probable que le produit retient un peu d'arsenic; et le vert de cobalt ne doit pas contenir trace de cette matière, autrement il perdrait son principal mérite, celui de ne pas être vénéneux.

VERT DE TITANE

C'est un ferrocyanure de titane qui a été proposé par M. Elsner comme couleur verte d'une belle nuance foncée; mais outre le prix élevé, cette couleur ne doit pas être plus stable que ne le sont, en général, les ferrocyanures, à commencer par le bleu de Prusse.

Les minerais de titane sont d'ailleurs assez abondants pour qu'on puisse les exploiter en grand, du moment que le titane recevrait des applications importantes.

VERT DE CASSEL

C'est du sulfate de baryte coloré par du manganate de la même base.

On calcine un mélange de sulfate de baryte avec de l'azotate de baryte et de l'azotate de manganèse.

Le produit est d'un beau vert, nécessairement peu stable, surtout en présence de la lumière et des corps réducteurs, tels que la gomme, la gélatine, les huiles, etc.

En résumé, cette matière ne peut être recommandée comme couleur.

TERRE DE VÉRONE

Dès la plus haute antiquité, on a employé comme couleurs les argiles naturellement colorées en vert; non point par l'oxyde de cuivre, comme on l'a cru très souvent, mais bien par le protoxyde de fer.

La plus importante des terres vertes est celle de Vérone; elle est d'un vert peu éclatant, pas très foncé, mais d'une solidité à toute épreuve; elle n'est d'ailleurs aucunement vénéneuse.

Voici la composition de la terre de Vérone, d'après M. Delesse :

Silice	51,21
Alumine	7,25
Protoxyde de fer	20,72
— de manganèse	traces
Magnésie	6,16
Soude	6,21
Eau	4,49
	96,04

Dans plusieurs autres régions, on trouve des craies vertes, des argiles magnésiennes colorées en vert, etc., mais elles ne sont pas exploitées; car il est facile d'obtenir des tons aussi solides et plus beaux en mélangeant des verts solides avec des matières blanches.

Il ne faut pas confondre la terre verte de Vérone avec *l'ocre verte*; celle-ci est un simple mélange d'ocre jaune avec du bleu de Prusse obtenu en délayant de l'ocre avec une solution étendue d'un sel de fer et ajoutant un peu de ferrocyanure de potassium. Il suffit de laver; on emploie cette couleur en pâte pour les papiers peints.

VERT DE VESSIE

C'est une sorte d'extrait solide, à cassure brillante, se délayant assez facilement dans l'eau et donnant une belle couleur d'un vert feuille, un peu jaunâtre.

Cette couleur est peu solide et ne sert qu'à colorier les papiers de fantaisie ou à faire des enluminages de peu d'importance.

Il est impossible de l'employer à l'huile.

Pour préparer le vert de vessie, dans le midi de le France ou dans les environs de Nuremberg, on cueille les baies du *nerprun purgatif* (*Rhamnus catharticus*), arbuste commun dans toute l'Europe tempérée et désigné sous les noms les plus divers, *noirprun*, *broc-épine* (dans l'Est), etc.

Les baies vertes ne donneraient que du jaune, de même que les baies du *rhamnus infectorius* (graines d'Avignon).

Quand elles sont mûres à point, elles donnent du vert; mais si la maturité est trop avancée, on n'obtient qu'une matière pourpre, rougissant par les acides, verdissant par les alcalis.

On fait cuire les baies avec de l'eau à l'aide d'une chaleur très douce; on forme ainsi une bouillie qu'on passe à la presse. Le marc est de nouveau traité par une petite quantité d'eau; les liqueurs sont réunies, filtrées et soumises à l'évapora-

tion jusqu'à consistance d'extrait. Cette opération doit être faite au bain-marie, en ayant soin d'agiter constamment.

On ajoute alors pour chaque kilogramme d'extrait, 65 grammes d'alun de potasse dissous dans une quantité d'eau suffisante.

Après avoir bien mêlé, on termine l'évaporation au bain-marie.

Quand l'extrait devient solide par le refroidissement, on l'introduit dans des vessies de porc bien nettoyées, qu'on suspend dans un endroit sec où la dessiccation s'achève.

Ainsi préparé, le vert de vessie paraît noir; mais sous une faible épaisseur la couleur verte se montre fort belle. Quand les fruits sont trop mûrs, on ajoute un peu de potasse pour ramener la couleur au vert, mais le produit est toujours médiocre et passe souvent au brun jaune (M. de Hagen).

On a souvent introduit dans la préparation du vert de vessie, de la magnésie, de la chaux, qui diminuent la transparence du produit et ne servent guère qu'à augmenter le poids au détriment de la qualité.

VERT DE CHINE (LO-KAO)

Ce produit est un *vert lumière* assez solide qui a vivement attiré l'attention des teinturiers et même des imprimeurs, à l'époque où l'on ne connaissait ni les magnifiques verts d'aniline, ni le vert Guignet.

Il a été signalé en 1848, par Daniel Kœchlin et importé en France vers 1852.

Le lo-kao étant d'un prix élevé (100 francs le kilogramme), ses usages diminuent de plus en plus; même en Chine, où les verts d'aniline et en général toutes les matières colorantes artificielles deviennent d'un usage presque général.

La préparation de cette matière est fort curieuse.

Les écorces des différentes espèces de nerprun, telles que les *Rhamnus chlorophorus*, *R. utilis* (Chine) et le *Rhamnus catharticus* (indigène), donnent avec l'eau une infusion chargée de matières jaunes, de produits analogues au tannin, etc.

Quand on ajoute de l'eau de chaux et qu'on abandonne au contact de l'air, il se forme une matière d'un vert bleu qui reste combinée avec la chaux en formant une sorte de laque bleuâtre.

C'est le *vert de Chine*, que M. Charvin a réussi le premier à reproduire de cette façon.

Toutefois, les conditions de la formation de ce produit ne sont pas faciles à déterminer; nous n'avons réussi qu'une seule fois à produire la matière bleue dans ces conditions; dans les autres expériences, nous n'avons obtenu que des matières brunes, comme il arrive d'ordinaire avec les tannins.

En Chine, les infusions d'écorce de nerprun sont additionnées d'un peu d'alun

et de chaux ou de potasse; on y trempe des pièces de toile qu'on expose à l'air.

Sur la face qui reçoit la lumière, on voit bientôt se développer une coloration vert bleu. Lorsque cette teinte n'augmente plus, les pièces sont lavées et frottées au contact de l'eau, de manière à détacher les parcelles de couleur qu'on laisse déposer et qu'on recueille sur un filtre.

Le rendement est donc fort médiocre et le prix fort élevé.

En 1872, Cloëz et Guignet ont publié sur le vert de Chine un travail spécial (*Bulletin de la Société chimique*, t. XVII, p. 247); en voici les conclusions :

Le vert de Chine est un mélange d'une matière jaune et d'une substance d'un bleu très pur, que les auteurs ont appelé *lokaïne*.

On commence par épuiser le vert de Chine par l'eau, puis on le traite par le carbonate d'ammoniaque qui dissout la matière bleue sans l'altérer.

On la précipite par l'alcool; elle se dépose en flocons bleus, ressemblant à du bleu de Prusse; c'est de la lokaïne en combinaison avec l'ammoniaque ou lokaïne ammoniacale.

Cette matière se réduit à la façon de l'indigo bleu; on peut la fixer sur les fibres végétales en procédant comme pour les teintures à l'indigo.

La lokaïne est un *bleu lumière*, ce qui explique pourquoi le lo-kao est un *vert lumière*, car tous les *bleus lumière* mélangés avec un jaune quelconque, donnent des *verts* qui ne perdent rien de leur éclat à la lumière artificielle. Ces expériences confirment pleinement les assertions de Persoz, qui avait annoncé que le lo-kao devait être un mélange de jaune et de bleu.

Au point de vue chimique, la lokaïne est un *glucoside;* elle se dédouble, sous l'influence de l'acide sulfurique étendu et bouillant en *glucose* qui reste en dissolution et en *lokaétine*, matière d'un beau violet, très peu soluble dans l'eau, qui se dépose en flocons solubles en violet dans l'ammoniaque (lokaétine ammoniacale).

Dans ces dernières années, un chimiste allemand, M. Kaiser, a publié un mémoire sur le vert de Chine (traduit par le *Bulletin de la Société chimique*), dans lequel il reproduit le travail de Cloëz et Guignet, sans citer les auteurs et en ajoutant seulement les résultats de quelques expériences personnelles.

VERT DES ARTICHAUTS

Cette matière paraît fort analogue au vert de Chine; elle a été extraite par M. Verdeil, des capitules d'artichaut, elle existe probablement dans un certain nombre d'autres plantes.

On l'obtient en traitant par l'eau de chaux ou la potasse en solution très étendue les *filets* qui remplissent l'intérieur des capitules de l'artichaut prêts à fleurir. La liqueur est verte; en ajoutant un acide, la matière se précipite.

CHLOROPHYLLE

C'est la matière verte des feuilles; aucun produit n'est donc plus répandu que celui-là, mais aucun n'est peut-être plus difficile à étudier.

On a essayé pluiseurs fois d'employer la chlorophylle comme couleur et même de l'imprimer sur tissus; mais on y a toujours renoncé, après quelques tentatives, à cause du peu de stabilité de cette couleur.

On peut obtenir de la chlorophylle brute en traitant les feuilles vertes par une solution de soude caustique qui dissout la chlorophylle; on la précipite ensuite par un acide en ayant soin de laisser un léger excès de soude, attendu que la plus petite quantité d'acide suffit pour altérer la chlorophylle et la faire passer au brun jaune.

En soumettant à l'action de l'acide chlorhydrique saturé d'éther une solution de chlorophylle dans l'alcool, M. Fremy a obtenu une matière d'un bleu pur soluble dans l'acide et une matière jaune soluble dans l'éther.

La seule application intéressante de la chlorophylle, c'est celle qui a été proposée pour colorer en vert les conserves de légumes (MM. Secours et Guillemare).

La solution de chlorophylle dans la soude caustique est précipitée par l'alun. On obtient ainsi une laque verte qu'on lave et qu'on redissout dans une solution de tartrate, de citrate ou de phosphate de soude.

Cette solution étendue jusqu'à 3 ou 5 degrés Baumé suffit, d'après les auteurs, pour teindre en vert les légumes ou fruits auxquels on désire conserver leur couleur naturelle. La liqueur est chauffée vers 35 degrés; on y plonge les légumes pendant quelques minutes, un quart d'heure au plus.

. VERTS MILORI

Synonymes. — Cinabre vert, etc.

Tous ces verts, dont la teinte varie depuis le vert très jaune jusqu'au vert presque bleu, sont des mélanges de bleu de Prusse et de jaune de chrome, non pas simplement mélangés après fabrication (ce qui ne donnerait que de mauvais produits), mais intimement mêlés au moment de la précipitation.

On obtient ce résultat en préparant, d'une part :

Une solution mixte de chromate de potasse et de ferrocyanure de potassium.

D'autre part :

Une solution mixte d'acétate de plomb et d'acétate de protoxyde de fer.

Quand on mélange les deux liqueurs en agitant constamment, le ferrocyanure donne avec l'acétate de fer un précipité blanc qui se mélange avec le jaune de chrome formé en même temps.

Le précipité blanc absorbe peu à peu l'oxygène de l'air et se change en bleu de Prusse qui reste intimement mêlé avec le jaune de chrome.

Le procédé peut d'ailleurs varier beaucoup, et, comme il arrive presque toujours, les fabricants gardent secrets autant qu'ils peuvent les principaux *tours de main*.

Les verts Milori sont très beaux, mais assez *lourds* de ton, c'est-à-dire qu'ils manquent de transparence.

Ce défaut devient une qualité pour la fabrication des papiers peints et les peintures à l'huile les plus communes, où l'on recherche les couleurs qui *couvrent* beaucoup.

Comme le bleu de Prusse passe à la lumière, les peintures en vert Milori deviennent assez promptement jaunes quand elles restent exposées au soleil.

De plus, il ne faut pas oublier que ces verts sont vénéneux à cause du chromate de plomb qu'ils contiennent.

Les verts Milori sont livrés en pâte aux fabricants de papiers peints; en trochisques ou en poudre sèche pour la peinture à l'huile. Des fabricants spéciaux les vendent tout broyés à l'huile pour la peinture en bâtiment.

Quand on ajoute au vert Milori du carmin d'indigo, on lui donne un reflet soyeux tout particulier; c'est le *vert soie* qui est fabriqué tout spécialement pour les papiers peints.

LAQUES VERTES

On désigne sous ce nom très impropre des laques jaunes mêlées de bleu de manière à composer des verts transparents, qui souvent donnent des tons très remarquables.

En voici quelques exemples :

Acide picrique et carmin d'indigo. — On produit ainsi de très beaux *verts printemps*, employés quelquefois pour le coloris et pour l'impression sur laine et sur soie. Cette couleur manque de solidité.

Laques aux bois jaunes et bleu de Prusse. — Très beaux verts, peu solides, employés pour la peinture en décors.

Gomme-gutte et bleu de Prusse. — Ce mélange ne se fait guère que sur la palette; il manque aussi de solidité.

VIOLETS

Il n'y a qu'un petit nombre de matières minérales qui soient colorées en violet pur; aussi, le plus souvent, les violets s'obtiennent par les combinaisons de rouge et de bleu.

Citons seulement les composés suivants :

Le *phosphate de cobalt*, précipité et calciné modérément, donne une fort belle couleur violet lilas, tout à fait solide. Elle a été proposée par Salvetat et serait certainement employée si le cobalt n'était pas d'un prix si élevé.

Le *phosphate de manganèse*, préparé d'une manière spéciale qui n'est pas très bien connue, constitue ce qu'on a nommé le *violet de Nuremberg*.

Quelle que soit la nature d'un violet, qu'il soit simple ou composé de bleu lumière et de rouge, ce n'est jamais un *violet lumière*; autrement dit, il paraîtra toujours noirâtre à la lumière du gaz ou des bougies.

LAQUES VIOLETTES

Nous avons parlé des laques de garance violettes ainsi que des laques de cochenille amoniacale.

On employait autrefois de belles laques violettes au campêche et au bichlorure d'étain; mais elles étaient fort peu solides et on y a complètement renoncé.

On fabrique maintenant de grandes quantités de très belles laques au violet d'aniline pour les papiers peints et les papiers de fantaisie.

On les obtient en *teignant* avec une solution aqueuse de violet d'aniline des *bases blanches* formées de sulfate basique d'alumine combiné avec de la gélatine ; souvent aussi, on ajoute de petites quantités de tannin, ainsi que de l'amidon.

Les plus beaux violets composés s'obtiennent avec le bleu de Prusse et les laques de garance ou de cochenille.

BRUNS

Une nuance pure quelconque, mêlée de noir, donne un *ton rabattu*, c'est-à-dire un brun.

Le brun n'est donc pas une couleur spéciale.

On emploie très souvent des *bruns composés*, en ajoutant du noir à une couleur simple ou composée.

Ainsi, avec le jaune indien et le noir on obtient des bruns dorés transparents, du ton le plus *chaud ;* en ajoutant du carmin ou de la laque de garance, des bruns pourprés fort beaux; avec le vert émeraude et le noir, des bruns verdâtres très foncés, etc.

Mais comme on trouve dans la nature un grand nombre de matières brunes pouvant être employées comme couleurs, on préfère très souvent les utiliser plutôt que de faire des mélanges de couleurs dont le prix est plus élevé pour obtenir des teintes *rabattues.*

OCRES

HISTORIQUE

Dans tous les pays, on a employé les ocres dès la plus haute antiquité; encore actuellement, les peuples restés à l'état sauvage se servent pour leurs peintures primitives des terres colorées qu'on rencontre un peu partout, en y ajoutant les sucs de certaines plantes.

A notre époque, la consommation des ocres est immense; on les prépare en France avec beaucoup de soin et on les expédie dans les plus lointains pays.

Dès les temps les plus reculés on a connu l'art de modifier la couleur des ocres en les chauffant à diverses températures; comme on peut le vérifier sur les peintures de Pompéi.

OCRES JAUNES

Les plus belles ocres jaunes se trouvent dans nos départements du centre (Cher, Allier, Nièvre, Yonne).

Ce sont des argiles colorées en jaune par de l'oxyde de fer hydraté qui forment des dépôts ou *bancs* dont l'épaisseur dépasse souvent plusieurs mètres.

Voici la composition de deux ocres jaunes :

Saint-Georges-sur-la-Prée (Cher).

Argile	69,5
Peroxyde de fer	23,5
Eau	7,0
	100,0

La Berjaterie (Nièvre).

Argile	64,4
Peroxyde de fer	26,6
Eau	9,0
	100,0

Nous avons analysé une très belle ocre venant des environs d'Oran (Algérie), dont la composition était analogue aux précédentes, mais qui était bien supérieure comme vivacité de ton.

Les ocres sont d'abord débourbées, puis passées à travers une toile métallique fine pour séparer les grains pierreux.

C'est ainsi qu'on obtient les ocres communes; mais, pour les ocres impalpables, on les broie et on les soumet à la lévigation. Les parties les plus fines se déposent les dernières; elles constituent l'ocre impalpable.

On a essayé de léviguer les ocres sous l'action d'un courant d'air; les parties les plus ténues sont entraînées le plus loin et recueillies dans les chambres les plus éloignées. Mais nous ne croyons pas que ce moyen soit appliqué en grand.

On emploie les ocres pour les papiers peints et même pour les peintures à l'huile.

TERRES DE SIENNE, D'ITALIE

Ce sont des ocres brunes se rapprochant assez du ton de l'ocre de ru.

Quand on les *brûle*, c'est-à-dire quand on les calcine au contact de l'air, elles prennent un ton brun doré, chaud et transparent.

Ce sont des couleurs indispensables à la peinture d'art, aussi bien qu'aux papiers peints et aux travaux de bâtiment.

MINIUM DE FER

Sous ce nom très impropre, on désigne une sorte d'ocre brun rouge qu'on a proposée pour remplacer le véritable minium (oxyde de plomb intermédiaire ou *plombate de plomb*).

Voici la composition de deux miniums de fer :

Oxyde de fer	68,27	85,57
Argile	27,60	8,43
Alumine	0,27	»
Chaux	0,40	»
Eau	2,75	6,00
	99,29	100,00

Le premier est le minium de fer de M. de Cartret, en Belgique ; le second vient de Hollande.

En comparant ces analyses à celles des ocres, on voit que ces produits ne diffèrent que par de petites quantités d'oxyde de fer en plus ou moins.

La densité du minium de fer étant seulement 3,94 tandis que celle du minium de plomb est de 8,24, le premier couvre *à poids égal*, une surface beaucoup plus grande que le second. Comme d'ailleurs le prix est beaucoup moins élevé, l'économie qui résulte de l'emploi du minium de fer est considérable.

Enfin ce produit présente sur le rouge d'Angleterre ou *colcothar* l'avantage de ne contenir aucune trace d'acide sulfurique.

OCRES ROUGES

On les obtient en chauffant les ocres jaunes à une température convenable.

Le plus souvent l'opération s'exécute en chauffant les morceaux d'ocre jaune sur une plaque chauffée en dessous par un fourneau spécial. D'autres fois la calcination se fait dans des caisses fermées.

On trouve aussi quelques ocres rouges naturelles ; telles sont la *sanguine* ou *crayon rouge ; la terre bolaire, terre sigillée, bol d'Aménie* (employées autrefois en pharmacie, etc.).

Parmi les ocres rouges naturelles, il faut citer le *rouge de Venise, le rouge d'Anvers*, ainsi que la *terra rosa* d'Italie, qui est de couleur lilas et devient rouge franc par le broyage à l'huile. On ne connaît pas bien l'origine de ces produits ; il est possible qu'on les obtienne artificiellement.

OCRE DE RU

On l'appelle improprement *ocre de rue*, de l'ancien mot *ru* qui signifie ruisseau.

C'est du peroxyde de fer hydraté presque pur (mêlé d'un peu de silice ou de carbonate de chaux) qui se dépose dans les ruisseaux d'écoulement des eaux de lavage des minerais de fer.

Ces produits ont donc subi une sorte de lévigation naturelle.

BRUN VAN DYCK

C'est une belle couleur brune, d'un ton légèrement violacé, qu'on obtient en calcinant très fortement certaines ocres jaunes du Midi ; jusqu'au point de *fritter* légèrement la matière.

Le brun Van Dyck est très dur à broyer ; on ne peut en faire usage qu'après l'avoir réduit en poudre impalpable.

C'est une couleur absolument fixe qu'on peut employer de toute façon et mélanger avec toutes les autres.

TERRE D'OMBRE

C'est une sorte d'argile colorée par l'oxyde de fer et l'oxyde de manganèse qu'on tirait de l'ancienne province de l'Ombrie. Elle arrive maintenant de l'île de Chypre.

On la purifie par broyage et lévigation. Quelquefois même on la soumet à une calcination légère. Dans ce cas, la teinte du produit se fonce et atteint la nuance désignée d'ordinaire sous le nom de *brun chocolat*.

C'est une couleur très solide, qu'on peut mélanger avec toutes les autres et qui s'emploie pour les fonds bruns des papiers peints, des toiles cirées, etc.

OCRES ARTIFICIELLES — COULEURS MARS

Les ocres naturelles sont quelquefois d'une belle teinte ; cependant elles manquent de transparence ; on a cherché (et on a réussi) à faire des ocres plus belles que les ocres naturelles, mais aussi d'un prix plus élevé et seulement pour l'usage des artistes.

Pannetier, Colcomb-Bourgeois et autres habiles fabricants excellaient à faire de belles *couleurs mars* ; leurs procédés ont été conservés, mais sont restés secrets.

Voici toutefois ce que l'on sait de plus positif à ce sujet :

Jaune Mars.— Dans une solution du sulfate de fer bien pur on ajoute la quantité de lait de chaux précisément nécessaire pour saturer l'acide sulfurique ; on a ainsi un précipité de protoxyde de fer, intimement mêlé de sulfate de chaux. On agite au contact de l'air jusqu'à ce que l'oxydation soit complète. On a ainsi une ocre jaune, d'un ton très pur, et très transparente.

Si l'on fait la précipitation par l'ammoniaque, l'oxyde de fer est plus foncé, mais d'un jaune moins pur.

M. Bourgeois indique un autre procédé qui consiste à précipiter par le carbonate de soude un mélange de sulfate de fer et d'alun.

Le précipité, qui est d'un beau brun jaune doré prend des colorations diverses quand on le soumet à une calcination ménagée.

Orangé Mars. — *Rouges Mars.* — Ces couleurs ont été préparées par Pannetier en chauffant modérément du sulfate de protoxyde de fer.

On forme ainsi des sulfates basiques de sesquioxyde de fer dont la couleur varie depuis l'orangé jusqu'au rouge assez vif.

C'est par cette méthode que l'on prépare les *rouges capucine*, les *rouges chair*, etc., employés pour la peinture sur porcelaine ; et Pannetier, très habile dans la préparation de ces couleurs délicates, a dû appliquer les mêmes procédés pour obtenir des couleurs plus vives et plus transparentes que les ocres naturelles.

Il est nécessaire de très bien laver ces produits pour enlever l'acide sulfurique qui ne serait pas retenu en combinaison stable.

Violet Mars. — Ce n'est autre chose que de l'oxyde de fer calciné à une température très élevée. On peut calciner l'oxyde de fer précipité ou le sulfate de fer pur.

C'est une couleur excessivement dure à broyer, qui use les glaces employées pour le broyage, de sorte qu'elle contient toujours du verre en poudre impalpable.

Elle a peu d'éclat, mais elle est très solide.

On voit que le brun Van Dyck doit une partie de sa couleur à de l'oxyde de fer très fortement calciné.

BRUN DE PRUSSE

Un peintre a eu l'idée de calciner du bleu de Prusse au contact de l'air pour obtenir un brun.

Il se forme ainsi un mélange de peroxyde de fer et de charbon très divisé (si la calcination n'est pas trop prolongée et si on opère sur du bleu en gros fragments).

On pourrait aussi calciner en vase clos, pour avoir un produit de teinte plus uniforme.

BRUN DE MANGANÈSE

Dans les peintures anciennes, on trouve des bruns à base d'oxyde de manganèse. M. Lefort, qui a constaté ce fait, conseille, dans son ouvrage intitulé *Chimie des couleurs*, d'employer le peroxyde de manganèse comme couleur brune.

Le peroxyde naturel ne conviendrait pas.

On obtient un oxyde très propre à la peinture en précipitant du chlorure de manganèse par du carbonate de soude. Le protoxyde qui se sépare est peroxydé à l'aide d'eau de Javelle (hypochlorite de soude) qu'on ajoute par petites portions en agitant constammen

Le peroxyde ainsi préparé est d'un beau brun foncé, transparent, très solide; on peut l'employer à l'huile et le mêler avec toute autre couleur.

BRUN DE CHROME ET DE MANGANÈSE

Persoz a recommandé l'emploi d'un oxyde de chrome et de manganèse, d'une belle teinte *puce*, qu'on obtient en calcinant du chromate de manganèse.

Ce composé se prépare en traitant le chlorure de manganèse par le chromate de potasse.

PEROXYDE DE FER

Synonymes. — Rouge de Prusse, rouge d'Angleterre, colcothar.

C'est le résidu qu'on obtient en décomposant par la chaleur le sulfate de protoxyde de fer (couperose verte) pour préparer l'acide sulfurique fumant ou *acide de Nordhausen.*

Ce produit doit être lavé très exactement de manière à lui enlever toute trace d'acide sulfurique.

Il est d'un rouge brun foncé; c'est une couleur absolument fixe qu'on peut employer de n'importe quelle façon.

Quand le colcothar est broyé finement, puis soumis à la lévigation de manière à obtenir une poudre impalpable, il est désigné sous le nom de *rouge d'Angleterre*; on s'en sert beaucoup pour le polissage des glaces, des métaux, etc.

Dans les mélanges avec les blancs, il faut remarquer que le colcothar, de même que l'ocre rouge, donne souvent des tons rosés, assez purs, ce qu'on ne pourrait guère prévoir d'après le ton *rabattu* que présente le colcothar.

Du reste ce ton n'est pas absolument constant; il devient violet quand la calcination a été poussée jusqu'à une température très élevée.

TERRES DE COLOGNE, DE CASSEL

Ces produits ne sont pas des ocres, ni même des matières minérales différentes des ocres ordinaires : ce sont des *lignites*, sorte de *bois fossiles*, complètement décomposés pendant un séjour prolongé dans le sein de la terre.

Ces lignites sont toujours mêlés de quelques matières terreuses : quand on les brûle, ils laissent une quantité de cendres assez considérable.

La terre de Cologne se trouve en couches de plusieurs mètres d'épaisseur : on la prépare, de même que la terre de Cassel, à la manière des ocres.

BRUN D'ULMINE

On obtient facilement des matières brunes en traitant par la potasse ou la soude caustique un grand nombre de matières organiques telles que les sucres.

Le procédé le plus économique consiste à faire bouillir la tourbe avec une lessive de soude caustique. On précipite la liqueur filtrée en ajoutant de l'acide sulfurique étendu. Le dépôt brun est lavé par décantation et recueilli sur un filtre. Il

est nécessaire qu'il ne retienne pas d'acide : dans la dernière eau de lavage, on ajoute quelques gouttes d'ammoniaque, avec précaution, car un excès d'ammoniaque redissoudrait la matière brune.

Bien préparés, les bruns d'ulmine conviennent à toute espèce de peinture, mais ils sont d'un prix beaucoup plus élevé que celui des terres brunes.

On a employé quelquefois pour l'aquarelle le *brun de chicorée* en évaporant à sec une décoction de racine de chicorée torréfiée : mais c'est une couleur peu solide, dont l'usage n'est pas à recommander.

BISTRE

Cette couleur se prépare au moyen de la suie des cheminées dans lesquelles on ne brûle que du bois et, de préférence, du bois de hêtre.

On choisit les morceaux de suie les plus compacts et les plus brillants : on les réduit en poudre avec de l'eau; les parties les plus fines sont séparées à l'aide du tamisage et de la lévigation.

Il serait préférable de traiter la suie par la soude caustique et de précipiter par un acide la lessive brune, comme on fait pour la préparation des bruns d'ulmine.

BITUMES

Les bitumes de Judée, d'Amérique, les asphaltes, etc., se dissolvent, le plus souvent avec la plus grande facilité, dans l'essence de térébenthine et donnent une pâte visqueuse d'un brun foncé, bien transparent, qu'on peut étendre avec de l'huile.

La plupart des peintres, du commencement de ce siècle jusqu'en 1830, ont abusé du bitume ainsi que du *brun de momie*, qu'on obtenait en pulvérisant des ébris de momies égyptiennes.

Le bitume n'est pas inaltérable à la lumière : il tend à noircir. De plus il n'est pas siccatif de sa nature et il empêche les autres couleurs de sécher. De là des irrégularités dans le séchage et le *retrait* des couleurs : ce qui se traduit par des *craquelures* nombreuses, si fréquentes dans les tableaux de David et de ses successeurs immédiats. Le brun de momie, dont ces artistes faisaient grand usage, est encore plus sujet à ce défaut capital.

On a fini par préparer le bitume de manière à le rendre siccatif à peu près au même point que les autres couleurs : dans ce but, après l'avoir dissous dans l'essence de térébenthine, on y ajoute du vernis à la résine mastic.

Voici une des recettes employées pour préparer un bitume très siccatif :

On ajoute peu à peu 90 parties de gomme laque dans 15 parties de térébenthine de Venise maintenue à une douce chaleur. On emploie la gomme laque en écailles minces et on attend toujours que la matière soit fondue avant d'en ajouter d'autres. Avec les mêmes précautions, on fait fondre dans le mélange 60 parties d'asphalte en petits morceaux. D'autre part, on a fait chauffer 240 parties d'huile de lin cuite : on l'ajoute au mélange précédent pendant qu'elle est

très chaude ; enfin on incorpore 30 parties de cire blanche dans la masse avant qu'elle soit refroidie.

Le bitume ne doit être employé pour les œuvres d'art qu'avec discrétion et après qu'on s'est assuré qu'il a été bien préparé au point de vue des qualités siccatives.

SEPIA

Cette belle matière brune, très solide et d'un excellent usage pour l'aquarelle, n'est autre chose que la matière extraite de la *poche à encre* de la *seiche* (*Sepia officinalis*), si commune sur les côtes de la Méditerranée. Aussitôt après la pêche du mollusque, on enlève la poche à encre et on la fait sécher : la matière brune est ensuite pulvérisée.

Pour obtenir de la sépia de belle qualité, on dissout la matière dans une solution de carbonate de potasse et on la précipite par un acide : autrement dit, on opère comme pour les bruns d'ulumine.

Le précipité brun ainsi préparé est très divisé et convient parfaitement pour les aquarelles dites *à la sépia*.

EMPLOI DES COULEURS

DIFFÉRENTES ESPÈCES DE PEINTURES

I. — PEINTURE A FRESQUE

C'était le genre de peinture qu'on employait le plus souvent dans l'antiquité. On voit encore des fresques assez bien conservées sur les murs d'Herculanum et de Pompéi.

Les grands artistes du XVIe siècle nous ont laissé des fresques admirables : citons seulement le célèbre tableau de Michel Ange, le *Jugement dernier*, au Vatican.

Le mot *fresque* vient de l'italien *fresco*, qui signifie *frais*. En effet, la véritable peinture à fresque s'exécute avec des couleurs délayées à l'eau et appliquées sur du mortier *frais*.

On commence par enduire le mur de plusieurs couches de mortier parfaitement préparé, avec addition de brique pilée ou de *pouzzolane*, de sorte qu'il prend une grande dureté.

Pour peindre sur cet enduit, on applique une dernière couche de même mortier (mélange intime de chaux grasse, de sable fin tamisé et de pouzzolane très fine).

On exécute la peinture sur cette couche encore fraîche. Les retouches sont impossibles : on ne doit préparer que la partie qu'il est possible de peindre dans la journée.

En effet, la peinture exécutée sur l'enduit sec ne serait qu'un simple *badigeonnage* qui s'en irait par l'eau ou le frottement.

Il faut, au contraire, que la couleur soit fixée pendant que l'enduit devient solide : ce qui exige au moins une journée.

Les couleurs employées pour la fresque doivent résister à l'action de la chaux vive : il faudrait donc rejeter absolument le bleu de Prusse et ses dérivés, les laques végétales, les laques de cochenille, etc.

La fresque est tout à fait abandonnée de nos jours : dès le temps de la

Renaissance, on l'a délaissée pour la peinture à l'huile qui offre beaucoup plus de ressources et qui est d'une exécution bien plus facile.

Si un artiste voulait reprendre ce genre de peinture, il devrait faire préparer des enduits avec des mortiers de chaux hydraulique ou de ciment Portland (à prise très lente) et composer une *palette* irréprochable en choisissant exclusivement des couleurs tout à fait solides.

Il est possible d'enlever une fresque exécutée sur un mur et de l'appliquer sur une toile. Voici comment s'exécute cette curieuse opération :

On imprègne une toile (une gaze ou même du papier en plusieurs doubles), d'un *encollage* formé d'eau chaude, de colle de peau (gélatine) et de craie. Après dessiccation, cette toile doit être ferme sans être cassante.

L'encollage étant encore tiède, on applique la toile sur la peinture en la faisant adhérer aussi exactement que possible.

Après refroidissement et séchage complet, on détache l'enduit du mortier avec toutes les précautions nécessaires. Cet enduit reste adhérent à la toile qu'on enroule peu à peu sur un rouleau de grand diamètre pour éviter les cassures.

La toile est ensuite déployée ; l'enduit est usé à l'envers et aminci de manière à lui donner partout la même épaisseur.

On colle alors l'enduit sur une toile préparée, comme les toiles à peindre; la colle est une sorte de vernis gras très adhérent.

Il ne reste plus qu'à enlever la toile encollée; on y arrive aisément par l'action de l'eau tiède plusieurs fois renouvelée.

C'est, comme on voit, un procédé analogue à celui qui sert à *rentoiler* les vieux tableaux, et qu'on peut résumer ainsi :

On applique sur la vieille peinture une toile encollée et tendue sur un châssis.

Quand l'encollage est sec, on détache la vieille toile de son châssis et on l'use à l'envers avec une pierre ponce bien dressée et constamment humectée, de manière à ne laisser que les couches d'apprêt de la toile primitive.

Après dessiccation, on colle la couche de peinture avec du vernis gras sur une toile neuve. Il ne reste plus qu'à enlever la toile encollée en se servant d'eau tiède, comme ci-dessus.

On voit que le travail pour la fresque est encore plus difficile, puisqu'il est nécessaire d'enrouler la couche d'enduit à mesure qu'on la détache de la muraille.

II. — PEINTURES A LA GOUACHE

Cette expression vient de l'italien : *guazzare*.

Les couleurs sont délayées à l'eau de gomme; elles doivent être maintenues fort épaisses. On n'emploie guère que des couleurs opaques et on ne doit chercher les effets que dans les épaisseurs.

Il faut se garder d'un excès de gomme, car les couleurs deviendraient brillantes et seraient sujettes à écailler. Tout l'effet artistique de la gouache serait d'ailleurs perdu, si les couleurs, au lieu de rester mates, paraissaient brillantes.

Les couleurs pour la gouache sont vendues toutes préparées; on peut d'ailleurs employer des couleurs quelconques, en poudre impalpable, délayée avec une petite quantité d'eau faiblement gommée. La quantité de gomme doit être juste suffisante pour que les couleurs ne se détachent pas du papier par un léger frottement.

Les blancs sont toujours obtenus à l'aide de *blancs à gouacher*, ils ne sont jamais *réservés* comme dans l'aquarelle.

La peinture à la gouache permet d'obtenir très rapidement des effets artistiques remarquables et de réaliser en peu de temps les modèles pour papiers peints, impressions sur tissus, etc.

III. — PEINTURE A L'AQUARELLE

C'est la *peinture à l'eau* proprement dite.

Comme pour la gouache, on n'emploie qu'une très petite quantité de gomme pour fixer les couleurs, mais presque tous les tons sont transparents; on évite les épaisseurs et les couleurs opaques (du moins, en général).

Les *blancs* sont formés par le papier, qui doit être d'une qualité supérieure.

Pour les teintes tout à fait claires, on passe un *glacis* très léger à la surface du papier.

Les couleurs pour aquarelle sont vendues en *pains* contenant la quantité de gomme nécessaire; on délaie ces couleurs en frottant les pains avec de l'eau sur une palette de porcelaine. Il est nécessaire d'essuyer exactement les pains de couleurs quand on s'en est servi; autrement ils se fendillent et se brisent en plusieurs morceaux.

On se sert aussi beaucoup de *couleurs en pastilles* sur lesquelles on frotte le pinceau imbibé d'eau très propre.

Souvent on maintient ces pastilles à l'état humide, en ajoutant à la gomme un peu de sucre et même de la glycérine; c'est ainsi qu'on obtient les *couleurs moites*.

Mises à la mode par les aquarellistes anglais, ces couleurs ont cependant l'inconvénient de sécher un peu moins bien que les autres et surtout de s'altérer quelquefois spontanément.

On livre aussi des couleurs tout à fait molles, préparées pour l'aquarelle et enfermées dans des petits tubes de plomb comme les couleurs à l'huile.

Avant le travail, le papier doit toujours être humecté d'eau pure, à l'aide d'une éponge fine, afin que les couleurs puissent *se fondre* et que l'aquarelle ne présente pas de *duretés* incompatibles avec ce genre de peinture.

Cependant, il est nécessaire de revenir sur le premier travail avec des couleurs plus foncées et même de combiner des effets de gouache avec des effets d'aquarelle, comme le font certains artistes habiles. On peut alors mouiller légèrement avec un pinceau la couleur sous-jacente, avant d'appliquer un autre ton sur une partie de cette couleur, toujours afin de fondre légèrement le nouveau ton sur ses bords.

IV. — PEINTURE AU PASTEL — CRAYONS DE COULEUR

La peinture au pastel est plutôt un véritable dessin exécuté avec des crayons de diverses couleurs. Elle produit un effet artistique tout spécial et justement apprécié quand elle a été exécutée par d'habiles artistes.

La peinture au pastel doit toujours être recouverte d'un verre, car le moindre frottement suffit pour détacher la couleur de la surface. On a cherché à remédier à cet inconvénient à l'aide des *fixatifs* usités pour les dessins au fusain : on réussit très bien à l'aide d'un vernis qu'on lance à la surface du dessin au moyen d'un *pulvérisateur* ou qu'on applique à l'envers. Mais le caractère essentiel de l'œuvre se trouve modifié : ce pastel prend un caractère intermédiaire entre celui de l'aquarelle et celui de la peinture à l'huile; il perd ce *velouté*, ce *vaporeux*, qu'on admire avec raison dans les œuvres des grands pastellistes du siècle dernier, aussi bien que dans celles des habiles artistes de nos jours.

Dans une boîte de pastel, chaque nuance est représentée par une dizaine de tons différents depuis le bleu à peine teinté jusqu'à la nuance la plus foncée.

Les couleurs sont délayées avec une décoction d'orge ou de l'eau contenant un peu de gomme adragante, souvent même avec du lait; les crayons doivent toujours être tendres de façon à pouvoir être facilement taillés : cependant il ne faut pas qu'ils s'écrasent sous les doigts de l'artiste pendant le travail. Un crayon de pastel doit être un peu moins dur que la craie ordinaire employée pour le tableau noir; on fait d'ailleurs des pastels de différents degrés de dureté.

On doit s'imposer de n'employer pour le pastel que des couleurs très solides à la lumière : sous ce rapport, les pastellistes modernes sont bien plus favorisés que ceux du siècle dernier; ils possèdent les bleus de cobalt, l'outremer artificiel; le jaune de chrome, de cadmium et le jaune indien; les verts de chrome: et la série des excellentes laques de garance du rose tendre au brun pourpré le plus foncé. Au siècle dernier, on ne connaissait que la laque rose (en fait de laque de garance).

On se sert beaucoup de crayons de couleurs diverses enchassés dans du bois comme des crayons de mine de plomb.

Les couleurs sont préparées de manière à présenter une résistance plus grande que les couleurs au pastel : le crayon de couleur doit résister à la taille et ne pas se laisser écraser plus facilement que le crayon ordinaire à la mine de plomb.

On emploie souvent les crayons de couleurs pour les marques, annotations et corrections quelconques : on s'en sert aussi pour dessiner. Certains fabricants préparent des crayons de couleur qui donnent des dessins susceptibles d'être *lavés;* c'est-à-dire que l'artiste peut revenir sur le dessin avec un pinceau mouillé d'eau pure et produire ainsi des effets d'aquarelle ou de lavis assez remarquables.

V. — PEINTURES A LA DÉTREMPE — PAPIERS PEINTS

Pour ce genre de peintures, on emploie des couleurs délayées avec une solution faible de *gélatine* ou *colle-forte.*

C'est la colle dite *au baquet* qui sert à cet usage.

On l'obtient en faisant bouillir de l'eau avec des rognures de peau; de là, le nom de *colle de peau.*

A froid, cette colle forme une gelée de faible consistance, qui se liquéfie par une faible élévation de température.

Les couleurs fixées à la colle conviennent seulement pour les décorations intérieures; il est clair qu'elles ne peuvent résister aux moindres intempéries.

Elles sont très sujettes à se salir et ne peuvent supporter aucun nettoyage.

Ces peintures sont d'ailleurs très économiques et produisent des effets de *gouache* très remarquables; on les emploie pour les décors de théâtre, presque à l'exclusion de tous les autres genres de peinture.

Quand on applique la peinture en détrempe sur un enduit de plâtre ou de mortier, sur du carton-pierre, de la menuiserie, etc., il faut commencer par donner une couche de colle pure, assez chaude, pour bien pénétrer les pores de l'objet à peindre.

Après le séchage de cette couche, on applique la première couche de couleur, assez chaude, mais un peu moins que l'encollage; puis une seconde et même une troisième couche, de moins en moins chaude, la dernière étant à peine tiède, seulement pour liquéfier la colle.

Il est absolument nécessaire en effet que chaque nouvelle couche ne fasse point fondre la colle de la couche précédente.

De plus, il faut éviter de *revenir* avec le pinceau: on aurait ainsi des couches fort inégales et des *marbrures* très désagréables.

Pour les menuiseries, à l'intérieur, la peinture en détrempe n'est plus guère employée de nos jours; jusqu'à la fin du siècle dernier, on s'en servait constamment et même on protégeait cette peinture par un vernis à l'essence habilement appliqué.

Pour les *papiers peints*, on n'emploie que des couleurs à la colle.

Originaire de la Chine et du Japon, la fabrication du papier peint est devenue très importante.

Pratiquée en Angleterre dès 1716, elle s'est ensuite développée à Paris, dans le faubourg Saint-Antoine, où se trouvent encore actuellement les fabricants les plus habiles.

Pour fabriquer le papier peint, on commence souvent par *foncer* une teinte unie formant le *fond* du papier.

La couleur délayée à la colle est étendue à la brosse, dans le sens de la longueur, par un premier ouvrier; tandis qu'un second ouvrier, armé d'une autre brosse légère, repasse sur le fond dans le sens de la largeur : on arrive ainsi à effacer les *traits* laissés par la première brosse.

Dans les fabriques importantes, le fonçage est actuellement fait par des machines spéciales.

Quand le fond doit être *satiné*, on frotte la surface avec de larges brosses et du talc réduit en poudre impalpable.

Ce satinage se fait aussi mécaniquement.

L'impression s'opère à l'aide d'une large planche de bois gravée en relief, qui prend de la couleur sur un drap constamment couvert d'une couche de couleur par un apprenti muni d'une brosse.

Comme une faible pression suffit pour que la couleur se dépose sur le papier, l'ouvrier presse sur sa planche à l'aide d'une barre de bois formant levier.

Le papier, imprimé par bandes de 8 mètres, est simplement séché à l'air. Chacune de ces bandes forme un *rouleau*.

Pour les papiers à très bon marché, on supprime le fonçage, ou bien on imprime sur du papier coloré dans la pâte (bleu, chamois, etc.); de sorte qu'on obtient une couleur de plus sans augmentation de frais.

La plupart des papiers peints sont actuellement imprimés sur papier continu avec des machines à rouleaux gravés en relief.

Ces machines, d'invention américaine, ont été perfectionnées en France et en Angleterre ; elles portent jusqu'à quinze rouleaux de bois gravés en relief ou garnis de *clichés* métalliques (comme on fait souvent pour les planches à imprimer).

La main-d'œuvre étant fort chère aux États-Unis, c'est d'ordinaire dans cette contrée que l'on commence à remplacer le travail de l'homme par celui des machines ; ce travail est d'abord très imparfait et ne suffirait pas pour contenter les consommateurs européens. Mais les Américains s'en contentent, les machines fonctionnent, c'est le point important, car on arrive à les perfectionner; on les introduit en Europe où elles sont transformées de manière à satisfaire la clientèle la plus difficile.

C'est ce qui est arrivé pour les moissonneuses, pour les machines à coudre (d'invention française, mais qui n'ont commencé à fonctionner qu'aux États-Unis), etc.

Pour la machine à imprimer les papiers peints, la principale difficulté, c'était de donner à la couleur une consistance suffisante pour qu'elle ne coule pas et en même temps assez faible pour qu'elle puisse se détacher des reliefs.

Pour la fabrication dont il s'agit, le papier ne peut pas être *absorbant;* le problème à résoudre était donc beaucoup plus difficile que celui de l'impression sur tissus ou même des impressions en taille-douce, lithographiques ou typogra-

phiques, pour lesquelles le papier doit toujours être un peu humide; de cette façon, les pores du papier s'ouvrent assez pour que les encres grasses puissent pénétrer dans l'intérieur.

Au contraire, pour les papiers peints, la couleur doit être simplement déposée à la surface et former épaisseur, de manière à produire des effets de gouache.

Le papier continu, imprimé en plusieurs couleurs, est rapidement séché au sortir de la machine; on le divise en rouleaux de huit mètres de long, comme le papier imprimé à la main.

Pour les papiers à rayures, la maison Zuber, de Rixheim (Alsace), a inventé une disposition aussi simple qu'ingénieuse.

Un réservoir de forme prismatique, dont la longueur est égale à la largeur du papier, est partagé en un certain nombre de compartiments. Chacun de ces compartiments contient une couleur appropriée au dessin, et porte une ouverture rectangulaire dont la longueur représente la largeur de la raie.

Si l'on fait passer une bande de papier continu sous le réservoir, chaque ouverture donnera une raie; on obtiendra ainsi des rayures très unies et toujours également fournies de couleurs.

Pour les papiers veloutés, on imprime un *mordant* (sorte de vernis très épais qui ne sèche que lentement); lorsque le mordant est encore adhérent au doigt, on fait passer le papier dans une longue caisse où l'on maintient en suspension de la *tontisse* ou *tonture* de drap, qui est moulue et teinte en diverses couleurs, à l'usage des fabricants de papiers peints.

La tontisse reste en suspension dans l'air de la caisse où passe le papier, car le fond de cette caisse est formé d'une peau tendue qu'on frappe avec des baguettes de façon à soulever en poussière la tontisse qui se dépose sur la peau. Dans les grandes fabriques, les baguettes sont remplacées par un organe mu par un moteur.

La tontisse reste adhérente aux parties imprimées avec le mordant; elle est fixée d'une manière durable.

Le mordant pour dorure est à peu près le même que le mordant pour tontisse; on applique de l'or en feuille (presque toujours de l'or faux) ou des bronzes en poudres sur les parties imprimées avec le mordant.

On obtient des dorures spéciales, d'un très bel effet, en appliquant des feuilles d'or sur le papier peint et en *frappant* ces feuilles avec un fer chaud qui présente en relief un dessin convenable. Sous l'action de la chaleur, la colle se ramollit assez pour fixer la feuille de métal. A l'aide d'une brosse douce, on enlève tout l'or qui n'a pas été fixé, c'est-à-dire ce qui correspond aux creux du fer.

Au moyen d'une presse ordinaire à *estamper*, ce genre d'impressions en or, argent, etc., produit de très beaux effets et marche très rapidement. C'est d'ailleurs le procédé qu'emploient les doreurs sur cuirs.

Les papiers peints sont assez souvent recouverts d'un vernis (*papiers-cuirs*).

A l'aide d'un mélange de matières premières bien choisies, on fabrique des papiers souples et résistants, très difficiles à déchirer. Ces papiers imitent très bien les excellents papiers du Japon : en les imprimant comme les

papiers ordinaires, on peut en faire des rideaux, tentures, etc., très économiques et suffisamment durables. Cette fabrication a été installée en Angleterre, par un français, M. Pavy.

VI. — PAPIERS DE FANTAISIE

Les papiers coloriés pour les reliures, cartonnages, etc., reçoivent des couleurs à la colle ou à la gomme, simplement *couchées* à la brosse comme pour le *fonçage* des papiers peints. Le plus souvent même, les papiers unis, satinés et glacés, sont fournis par les fabriques de papiers peints.

Les papiers *jaspés*, *granités*, *marbrés*, etc., s'obtiennent par des procédés spéciaux connus depuis au moins trois siècles et pratiqués seulement dans un petit nombre d'ateliers : tels sont les papiers employés pour les couvertures et pour les *gardes* des livres, qui offrent très souvent de fort heureuses combinaisons.

La base de cette fabrication, c'est l'emploi du *fiel de bœuf* pour délayer les couleurs.

La bile de bœuf, désignée d'ordinaire sous le nom de *fiel* ou d'*amer de bœuf*, est un liquide jaune verdâtre, d'une odeur désagréable, composé de matières fort diverses y compris des savons à base de soude, des corps gras, de la cholestérine, etc.

Quand il est desséché, le fiel de bœuf forme une sorte de vernis brillant, de couleur jaunâtre.

On se sert quelquefois de fiel de bœuf purifié pour la peinture à l'aquarelle et surtout pour la *miniature*, qui est une sorte d'aquarelle.

Comme le fiel de bœuf a une teinte jaunâtre, on le purifie et on le décolore de la manière suivante, indiquée par M. Tomkins :

On commence par le clarifier à l'aide de l'ébullition, puis on le sépare en deux portions.

Dans la première, on ajoute, pour chaque litre, 32 grammes d'alun pulvérisé.

Dans la seconde, 32 grammes de sel blanc (chlorure de sodium).

Après séparation des deux dépôts, les liquides sont mélangés et vivement agités : le nouveau dépôt qui se forme entraîne toute la matière colorante.

Le fiel, ainsi purifié et décoloré, se conserve très bien, même pendant les grandes chaleurs.

On emploie aussi le fiel de bœuf clarifié par l'ébullition et évaporé à consistance d'extrait : il se délaie très facilement, mais il conserve une teinte jaune fort prononcée qui altère les couleurs.

Pour la fabrication des papiers jaspés, marbrés, etc., on se sert du fiel de bœuf à l'état brut.

Les couleurs sont délayées avec le fiel de bœuf additionné souvent d'un peu

d'alcool ou d'esprit de bois : de plus, on ajoute un peu d'eau gommée, du moins pour certaines couleurs; enfin, de l'huile, de l'essence et de la *colle à lisser* (mélange de cire et de savon).

On a préparé d'avance le *baquet*, de forme rectangulaire et de la grandeur de la feuille de papier. Sur une épaisseur d'un décimètre environ, on a versé une décoction de graine de lin, de psyllium ou de gomme adragante; par le refroidissement, on obtient une masse molle et assez élastique, pouvant servir au travail d'une journée entière. On pourrait encore employer d'autres matières mucilagineuses, mais le mélange serait d'un prix plus élevé : la gélatine peut-être donnerait des résultats convenables, mais nous croyons qu'elle n'est pas employée dans cette fabrication.

Sur la masse molle ainsi préparée, l'ouvrier fait des marbrures avec des pinceaux, des *peignes*, etc., les couleurs doivent toujours être bien délayées avec le fiel de bœuf qui les empêche de se *fondre* les unes avec les autres.

L'ouvrier applique la feuille de papier en commençant par un angle : il l'abaisse en appuyant successivement toutes les parties de façon à éviter les bulles d'air et les *glissés*.

Si, en faisant cette opération, l'ouvrier donne une suite de petites secousses parallèles à une des diagonales de la feuille, il obtient une série de lignes ombrées, légèrement ondulées, sur lesquelles la marbrure tombe d'une façon très originale.

Ce travail exige une certaine adresse : et il serait fort difficile d'imaginer par quel moyen on a pu obtenir ces lignes ombrées recouvertes de marbrures, si ce procédé n'était connu depuis longtemps. L'effet d'ombre s'explique aisément : la pression exercée sur la masse molle fait *rentrer* une partie de la couleur dans l'intérieur de la masse : ce qui produit des clairs dans la *teinte de fond* dont la surface a d'abord été couverte.

Après avoir levé la feuille, l'ouvrier passe une *racle* à la surface du baquet de manière à enlever les couleurs : puis il fait la marbrure pour une nouvelle feuille.

Il résulte de là que deux feuilles de même genre ne sont jamais identiques comme dessins.

Les marbrures sur la tranche des livres se fait par le même procédé : les feuillets sont fortement serrés et les feuillets appliqués sur la masse molle recouverte d'une marbrure. Comme la masse peut céder à la pression, les tranches concaves prennent la marbrure aussi également que les tranches plates. Quand la couleur est sèche, on lui donne du brillant à l'aide d'un brunissoir.

Comme il est nécessaire de préparer la marbrure pour chaque feuille, on a essayé de produire cette marbrure *directement* sur la feuille : mais on n'a jamais pu obtenir les effets originaux que donne le mélange des couleurs au fiel de bœuf appliquées sur une masse molle pour laquelle l'adhérence des couleurs est fort inégale; ce qui produit des *brouillages* de l'effet le plus bizarre.

Le *papier moucheté*, qu'on appelle actuellement *papier mosaïque*, est fabriqué par un procédé complètement différent.

C'était une fabrication spéciale qui s'appliquait exclusivement aux excellents

papiers d'Annonay. Il y a trente ans, on a fabriqué de faux papiers d'Annonay en Allemagne et en Belgique : afin de produire à meilleur marché, on n'employait que des papiers de qualité inférieure.

Le *faux Annonay* a fini par remplacer le vrai : car la fabrication d'Annonay a cessé complètement devant la concurrence étrangère. Tous les ouvrages communs de reliure et de papeterie se font avec les papiers allemands et belges, qu'on désigne sous le nom de *papiers mosaïques*, pour les faire accepter par les consommateurs. Mais ces papiers sont si peu résistants qu'on doit les refuser absolument pour la couverture des livres, bien que les dessins soient souvent très réussis. Il ne faut accepter que les papiers marbrés de fabrication française.

La fabrication des papiers mouchetés se faisait à Annonay de la manière suivante :

Une ouvrière jetait des gouttes d'une couleur délayée à la gomme et suffisamment claire pour s'étaler sur la surface d'une feuille de papier. Ce travail s'effectuait à l'aide d'un gros pinceau frappé sur une barre de bois. La feuille était agitée dans quatre sens différents (parallèles aux quatre côtés) de manière à bien étaler les gouttes de couleur et à produire des effets ombrés tout particuliers. On pouvait appliquer ensuite des mouchetures d'une autre couleur.

Il serait facile de fabriquer des papiers mosaïques comme les Belges et les Allemands, en appliquant cette ancienne fabrication d'Annonay à des papiers aussi médiocres que les papiers étrangers : en délayant certaines couleurs avec du fiel de bœuf et en profitant de quelques réactions chimiques, on arriverait très vite à soutenir la concurrence étrangère.

VII. — PEINTURE A L'HUILE

C'est la plus importante et la plus usitée de toutes les peintures, aussi bien au point de vue artistique que sous le rapport industriel.

Ce genre de peinture semble avoir été inconnu des anciens.

HISTORIQUE

Au moyen âge, on avait exécuté quelques peintures à l'huile, mais il fallait attendre fort longtemps que les teintes fussent sèches avant d'en appliquer d'autres, et la peinture à l'huile restait à l'état d'exception fort rare.

Ce fut le célèbre peintre Jean Van Eyck (né à Eyck-sur-Meuse, en 1386, mort en 1440) qui créa la peinture à l'huile avec l'aide de son frère Hubert, artiste éminent, qui était beaucoup plus âgé que lui.

Comme les deux frères s'étaient établis à Bruges, on désigne souvent le plus jeune sous le nom de Jean de Bruges. Le musée du Louvre possède deux beaux

tableaux de ce peintre : les *Noces de Cana* et la *Vierge couronnée par un ange.*

Jean Van Eyck découvrit que l'huile de lin et l'huile de noix deviennent siccatives quand on les a fait cuire, et que cette propriété devient encore plus marquée quand on ajoute des essences à l'huile préparée pour la peinture.

La méthode du jeune peintre se répandit promptement (dès l'année 1410) ; elle attira vivement l'attention des contemporains, d'autant plus que les tableaux de Van Eyck étaient, pour la plupart, des œuvres tout à fait hors ligne.

C'est donc avec raison qu'on regarde ce grand artiste comme le véritable auteur de la grande découverte de la peinture à l'huile.

1° PEINTURE D'ART

On n'emploie que des huiles siccatives de première qualité : huile de lin et huile d'œillette principalement.

On peut *blanchir* l'huile d'œillette en la mélangeant d'une petite quantité de céruse et l'exposant au soleil ; l'huile est ensuite filtrée pour séparer la céruse.

Les couleurs sont très finement broyées à la molette avec de l'huile bien pure et enfermées dans des tubes minces de plomb, portant une tubulure à vis avec calotte de même métal. Les tubes sont ouverts à la partie inférieure ; quand ils sont remplis de couleur, on ferme les tubes en ployant le métal trois fois sur lui-même.

Pour faire sortir la couleur, il suffit de dévisser le bouchon et de presser légèrement ; la masse de couleur sort immédiatement sous la forme d'un filet continu.

Cette disposition a complètement remplacé les *vessies* dans lesquelles on enfermait les couleurs. Un morceau de vessie bien ramolli dans l'eau était d'abord essuyé, puis on plaçait au centre une petite masse de couleur ; on relevait la vessie tout autour et on liait tous les plis avec une ficelle bien serrée. Pour faire sortir la couleur, il suffisait de faire un trou au centre de la vessie et de presser légèrement.

Les couleurs se conservent beaucoup mieux dans les tubes de plomb que dans les vessies, qui étaient fort sujettes à se dessécher ; certaines couleurs, comme les laques de cochenille, devenaient complètement dures au bout de quelque temps.

Comme nous l'avons dit plus haut, l'huile employée pour la peinture d'art est presque toujours de l'huile d'œillette ; toutefois on prépare des huiles de lin très blanches et on peut s'en servir sans inconvénient.

Pour certaines couleurs qui sèchent difficilement (le noir, les laques, etc.), on ajoute de l'*huile grasse* ou *siccatif de Harlem* ; c'est pourquoi la palette est toujours accompagnée de deux godets réunis, l'un contenant de l'huile ordinaire, l'autre de l'huile grasse. Toutefois, il faut bien se garder d'employer trop d'huile grasse, la peinture manquerait de fraîcheur et serait sujette à *craqueler*.

Au bout de plusieurs mois, lorsque la peinture est parfaitement sèche, on la nettoye par un lavage avec une eau savonneuse pour enlever la poussière ; quand

elle est sèche, on la couvre d'un vernis très siccatif (vernis blanc pour tableaux) qu'on étale rapidement avec un large pinceau plat, dit *queue de morue.*

Pour les tableaux de petites dimensions, on emploie volontiers des panneaux de bois; on choisit de préférence du vieux bois d'acajou, chêne ou noyer, bien exempt de vermoulures.

Le plus souvent on se sert de toiles recouvertes d'un *apprêt* formé de plusieurs couches de blanc de céruse; la dernière est *poncée* régulièrement, de manière à offrir une surface unie.

La peinture d'art s'exécute aussi sur des murs, dont les enduits doivent être parfaitement secs et *apprêtés* avec des soins particuliers. C'est ainsi qu'en 1813, l'intérieur de la coupole du Panthéon, avant de recevoir les peintures de Gros, a été imprégnée d'une sorte d'*encaustique* (mélange de cire et d'huile de lin cuite, employé chaud).

Comme il est très pénible pour les artistes de travailler sur les murs et principalement sur les plafonds, on exécute souvent les peintures sur des toiles qui sont ensuite collées exactement sur les murailles à l'aide d'un enduit de céruse et d'huile de lin cuite. Au point de vue de l'art, les résultats sont aussi satisfaisants et la conservation de la peinture est plus assurée; si l'édifice doit subir des réparations très importantes, ou s'il doit être démoli, il est possible de détacher les toiles en opérant avec précaution; tandis que pour les peintures appliquées sur les murailles, il faut procéder comme nous l'avons indiqué pour les fresques, opération très longue, difficile et fort coûteuse.

Pour les œuvres d'art, les anciens ont fait usage, bien avant l'invention de la peinture à l'huile et dès le temps de l'antiquité grecque et romaine, de la peinture *à la cire* ou *à l'encaustique*. Les couleurs étaient délayées dans la cire fondue et appliquées à chaud sur une muraille bien sèche. Ce genre de peinture était d'une pratique difficile et ne donnait que des effets très limités; il est décrit assez exactement par d'anciens auteurs: on l'a complétement abandonné. Ce que les anciens appelaient *cire punique*, c'était une sorte d'*encaustique* formée d'un mélange de 20 parties de cire pour 1 de soude. Ce mélange était plus facile à employer que la cire pure, car il durcit moins vite par le refroidissement.

2° PEINTURE EN BATIMENTS

Les couleurs sont toujours broyées à l'huile de lin cuite *à la litharge* ou *au manganèse* (quand on emploie le blanc de zinc).

Au moment de l'emploi, on ajoute une quantité d'huile suffisante pour délayer la couleur broyée, plus de l'essence de térébenthine, qui a surtout pour effet de faire *couler* le mélange et de hâter sa dessiccation; enfin les *siccatifs* dont nous avons déjà parlé. On préfère, en général, les siccatifs liquides (siccatif du Nord, etc.), parce qu'ils restent bien mélangés à la teinte; tandis que les siccatifs solides tendent à se déposer et il est nécessaire de bien agiter le mélange.

On ne doit jamais appliquer une couleur avant que la précédente soit bien sèche.

De plus, il ne faut pas abuser de l'essence de térébenthine, la plus grande

partie de cette essence s'évaporerait et laisserait la couleur à l'état pulvérulent ou à peu près. C'est surtout pour les ouvrages extérieurs qu'on doit employer l'huile presque pure, afin que les peintures résistent bien aux intempéries.

Le plus souvent, les peintures à l'huile se font en trois et même quatre couches, quand il s'agit du blanc de zinc.

La première couche se nomme *couche d'impression;* on pourrait la donner avec de l'huile presque pure, aussi bien sur les plâtres et les pierres que sur les ouvrages de menuiserie.

On ajoute à l'huile un peu de céruse ou de blanc de zinc, de manière à composer une *teinte d'impression* très liquide qui pénètre dans les moindres fissures.

Au lieu de céruse ou de blanc de zinc, on peut employer le minium, comme on fait dans certaines provinces, ou même des résidus de teintes quelconques, ainsi qu'on le pratique à Paris.

On procède ensuite au *rebouchage*, en faisant pénétrer du mastic de vitrier bien ramolli dans les moindres joints et vides quelconques que présentent les ouvrages.

La couche d'impression est indispensable pour faire adhérer le mastic à la pierre et au plâtre, aussi bien qu'au bois; c'est pourquoi le rebouchage n'est jamais pratiqué avant l'*impression*.

On ajoute souvent au mastic de vitrier un peu de céruse pour lui donner plus de dureté; pour les ouvrages très soignés, on n'emploie même que du mastic à la céruse; et, quand une couche est bien sèche, on la soumet au *ponçage* (avec de l'eau et une large pierre ponce à surface bien dressée).

C'est le seul moyen d'obtenir des couches parfaitement unies; c'est ainsi qu'on procède pour la peinture des équipages.

Il arrive souvent, surtout dans les pays chauds, que les nœuds du sapin (et autres bois résineux) laissent couler de la résine à travers les couches de peinture de couleur claire, ce qui produit le plus mauvais effet.

Pour éviter cet inconvénient, on *brûle les nœuds* avec un bec de gaz mobile ou une lampe à alcool (éolipyle) à l'usage des peintres. Les parties charbonnées sont grattées avec soin et reçoivent la couche d'impression en même temps que le reste de la boiserie.

Un autre procédé, usité surtout dans les pays chauds, consiste à couvrir les nœuds d'une épaisse couche de *vernis au tampon* (gomme-laque en solution dans l'alcool). Ce vernis devient très dur; on égalise à la pierre ponce et on donne la couche d'impression par dessus le vernis.

La gomme-laque est impénétrable aux infiltrations de résine qui se produisent presque toujours dans le voisinage des nœuds sous l'influence des chaleurs tropicales.

Sous les peintures à la colle, les nœuds font quelquefois des taches, moins apparentes cependant que sous les peintures à l'huile; de plus, certains nœuds sont tellement pénétrés de résine qu'ils ne se laissent pas mouiller par la colle. On remédie à ces inconvénients au moyen de l'acide nitrique, qu'on applique à l'aide d'un pinceau de chanvre ou de coton. L'acide attaque la surface du bois imprégné de résine; on lave, on laisse sécher, et la peinture à la colle peut être appliquée sans autres précautions.

Une des grandes difficultés de la peinture en bâtiments, c'est de fixer d'une manière un peu durable de la peinture à l'huile sur des murailles imprégnées d'humidité.

On a proposé un grand nombre d'*enduits hydrofuges*, *antinitreux*, etc. Plusieurs donnent de bons résultats, mais la dépense est souvent assez considérable. Pour cette raison, au lieu d'appliquer les enduits sur des murs profondément *salpêtrés*, il vaut mieux faire *piquer* la surface et la recouvrir d'abord d'un enduit de ciment Portland bien poli. Quand le ciment est parfaitement sec, on applique l'enduit hydrofuge.

Voici quelques-unes des compositions qu'on a recommandées :

1° Huile de lin cuite avec un dixième de litharge. .	3 kilogrammes.
Cire jaune.	1 —

On fait fondre la cire dans l'huile chauffée et on maintient le mélange à 100 degrés pendant qu'on l'applique sur les murs bien desséchés, à l'aide de réchauds de doreur ou même de réchauds à gaz.

On attend que la première couche soit complétement absorbée avant de donner la seconde.

C'est avec ce mélange, indiqué par Thénard et d'Arcet, qu'on a préparé l'intérieur de la coupole du Panthéon pour recevoir les peintures de Gros.

Chaque mètre carré a exigé un peu moins d'un litre d'apprêt.

On a procédé ensuite au rebouchage et à l'application d'un apprêt ordinaire au blanc de céruse.

Les peintures exécutées sur des murailles ainsi préparées n'ont pas besoin de vernis, car les surfaces ne sont pas du tout absorbantes et il ne se produit pas d'*embus*.

2° Huile de lin cuite.	1 kilogramme.
Résine	2 à 3 kilogr.

Ce mélange a été employé, sur les indications des mêmes savants, pour enduire les murs de deux grandes salles de la Faculté des sciences, à Paris. Ces murs étaient fort humides, on enleva les parties trop salpêtrées qui furent remplacées par des enduits de plâtre neuf.

La résine se dissout très bien dans l'huile chaude; l'enduit est moins coûteux que le précédent et donne de très bons résultats.

3° Brai sec (résidu de la distillation du goudron du gaz)	93 kilogrammes.
Suif de mouton.	1k,500
Gomme laque	4 kilogrammes.
Colophane	1k,500

On fait fondre le suif et la résine ; on ajoute la gomme-laque en écailles, puis le brai. La fusion doit se faire lentement et il faut prendre garde à l'inflammation du mélange.

Cet enduit s'applique à chaud, sur les murs préalablement séchés. Il peut recevoir toute espèce de peinture (M. Guéry).

On a proposé un très grand nombre de recettes différentes pour les enduits hydrofuges; on y fait entrer du caoutchouc, de la gutta-percha, etc. La plupart de ces procédés donnent de bons résultats; mais souvent le prix de revient est trop élevé, surtout quand il s'agit de travaux ordinaires.

Pour préserver les papiers peints de l'humidité des murs, on se contente souvent de coller d'abord du *papier de plomb* ou de fixer du zinc en feuilles minces. On a même employé le *bitume laminé*, toile (*dite treillis*), recouverte sur ses deux faces d'une couche de bitume et passée au laminoir.

VIII. — PEINTURE A LA CIRE ET A L'ENCAUSTIQUE

Ce genre de peinture a été pratiqué, pour ainsi dire, de toute antiquité.

Des couleurs délayées avec de la cire fondue peuvent être appliquées sur une surface maintenue à une température convenable pour que la cire ne se fige pas immédiatement sur le pinceau.

Les peintures à la cire ont un aspect mat, très décoratif; elles sont fort durables, mais le prix est assez élevé et la pratique n'est pas commode, puisqu'il faut toujours maintenir la température de fusion de la cire.

On remédie à cet inconvénient en dissolvant la cire dans l'essence de térébenthine et ajoutant de l'huile de lin cuite, du vernis au succin, etc.

C'est un mélange de ce genre qui a été appliqué par M. Dussauge, aux peintures de l'église Saint-Vincent-de-Paul et qui a donné de bons résultats.

Toutefois les peintures exécutées à la cire chaude conservent un aspect tout particulier, différent de celui des peintures à l'encaustique, lesquelles rentrent plutôt dans la catégorie suivante.

IX. — PEINTURES AUX VERNIS

Pour les travaux de bâtiments, au lieu d'appliquer le vernis sur la peinture sèche, on ajoute souvent le vernis à la dernière couche, ce qui permet d'obtenir des surfaces demi-brillantes, moins salissantes que les peintures absolument mates.

On se sert aussi très souvent des vernis pour délayer et appliquer les couleurs; on emploie surtout les vernis gras pour peindre les objets métalliques.

Pour les ouvrages durables, il faut donner la préférence aux vernis gras, fabriqués avec le copal dur. Pour les objets de peu de valeur (jouets d'enfants, etc.), on emploie les vernis à l'essence et à la colophane ou bien au copal tendre; quelquefois les vernis très siccatifs à l'alcool.

X. — PEINTURE AUX HUILES MINÉRALES

On a essayé bien souvent d'employer pour la peinture des huiles provenant de la distillation des schistes, des pétroles, des goudrons, etc.

Ces produits ne peuvent acquérir aucune propriété siccative; les *huiles lourdes* empêchent donc toute peinture de sécher et les huiles légères s'évaporent promptement en laissant la couleur sous forme pulvérulente.

Toutefois les huiles légères de pétrole (éthers et essences de pétrole), qui sont actuellement à très bas prix, peuvent être utiles dans certains cas pour rendre liquides des couleurs employées pour des enduits grossiers.

Supposons qu'il s'agisse de peindre des stores légers, fabriqués avec de minces baguettes de bois réunies par des fils ou par des attaches de fil de fer; au lieu d'appliquer la couleur au pinceau, nous avons indiqué le procédé suivant, qui est beaucoup plus économique :

La couleur préparée à la manière ordinaire, à l'huile de lin et au vernis gras, est additionnée de pétrole léger en quantité suffisante pour qu'elle devienne bien liquide.

Une auge de zinc, dont la longueur est égale à la largeur du store, est remplie de cette préparation, dans laquelle on fait passer lentement les stores attachés à la suite les uns des autres.

Il ne faut pas que le mouvement soit trop rapide, afin que la peinture ait le temps de pénétrer partout.

Le pétrole léger s'évapore en laissant la peinture avec son aspect ordinaire; elle est seulement un peu plus mate, ce que l'on corrige en augmentant la proportion de vernis gras.

Le travail doit être fait sous un hangar en plein air, à cause des dangers d'incendie que présentent les pétroles légers.

XI. — PEINTURES A L'OXYCHLORURE DE ZINC

M. Sorel, inventeur des excellents ciments à l'oxychlorure de zinc, a imaginé d'employer la même matière pour des peintures très résistantes, sans huile ni essence, par conséquent exempte de toute mauvaise odeur.

Le chlorure de zinc en dissolution, mélangé avec le blanc de zinc, durcit tellement vite qu'il serait impossible de faire des enduits avec un tel mélange.

M. Sorel a découvert que les tartrates alcalins ont la propriété de retarder le durcissement, au point de permettre l'emploi de l'oxychlorure au pinceau, comme pour une peinture ordinaire.

On fait une solution de chlorure de zinc à laquelle on ajoute du tartrate de potasse, plus de l'empois de fécule, de manière à donner au mélange une consistance convenable.

C'est le liquide avec lequel on exécute toutes les peintures.

Pour le blanc, on y délaie du blanc de zinc en poudre impalpable.

Pour les autres nuances, on ajoute au blanc de zinc d'autres couleurs finement broyées. Il faut, bien entendu, choisir les couleurs qui ne sont pas altérées par le chlorure de zinc.

Cette peinture est complétement sèche au bout de deux heures (et même moins pendant l'été).

Elle n'exhale aucune odeur et n'est pas vénéneuse.

Elle résiste parfaitement au lavage, même à l'eau de savon très chaude.

La peinture à l'oxychlorure de zinc a été appliquée en grand pour des travaux de la marine (port de Brest); on y a introduit plusieurs perfectionnements importants (M. Rey).

Il faut préparer du chlorure de zinc bien exempt d'acide chlorhydrique en excès ; on obtient ce résultat en traitant par l'acide chlorhydrique des rognures de zinc ou même des *crasses* de zinc provenant de la *galvanisation* du fer.

La solution est évaporée de manière à chasser l'acide en excès; elle doit être concentrée jusqu'à 58 degrés Baumé.

On fait dissoudre dans 100 litres d'eau, 2 kilogrammes de carbonate de soude ordinaire (cristaux de soude).

A 5 litres de cette solution, on ajoute 2 litres de chlorure de zinc; cette liqueur sert à délayer le blanc de zinc.

Il ne faut préparer que la quantité de couleur nécessaire pour le travail d'une heure; au bout de ce temps, le mélange se prendrait en masse.

La dessiccation de la peinture est complète au bout de trois heures. Le carbonate de soude agit comme *matière retardataire* (ou *anti-siccative*).

On peut remplacer le chlorure de zinc par le sulfate de zinc, provenant des piles, ou préparé directement par l'action de l'acide sulfurique sur les débris de zinc.

Dans ce cas, on emploie une solution à 40 degrés Baumé et on remplace le carbonate de soude par le borax, dans la proportion de 6 grammes de borax (dissous dans une quantité d'eau suffisante) pour 1 litre de solution de sulfate de zinc.

Comme ci-dessus, le mélange sert à délayer du blanc de zinc en poudre impalpable.

Au moment de l'emploi, on peut ajouter d'autres matières colorantes; mais il est difficile d'obtenir des nuances bien unies; elles paraissent toujours inégales, de sorte que ce genre de peinture ne peut guère convenir que pour les couches de blanc.

XII. — PEINTURES AU SILICATE

On a fait de nombreux essais pour fixer les couleurs à la surface des murailles, des boiseries, etc., à l'aide d'une solution de *silicate de potasse.*

Le silicate de soude ne peut être employé, parce qu'en attirant l'acide carbonique de l'air, la soude forme un sel efflorescent, *le carbonate de soude*, qui donne au bout de quelque temps de petits cristaux feutrés et produit un *salpêtrage* fort désagréable.

Le silicate de potasse n'est pas complètement exempt de ce défaut : sur les murailles humides, en présence des vapeurs ammoniacales, il donne du véritable salpêtre (azotate de potasse).

De plus, le silicate de potasse altère un grand nombre de couleurs, notamment le bleu de Prusse, la plupart des couleurs d'origine végétale, etc.

Il est impossible de se prononcer actuellement sur la valeur des peintures au silicate qui présentent cependant de précieux avantages : elles sèchent promptement, sans exhaler la plus légère odeur, et résistent bien à l'action de l'air et de l'eau.

On avait fondé de grandes espérances sur l'emploi du silicate de potasse pour rendre incombustibles les bois de charpente, les tissus, les décors de théâtre; mais le silicate donne beaucoup de raideur aux tissus et altère presque toutes les couleurs.

Pour l'application spéciale aux tissus et décors de théâtre, il est remplacé avantageusement par plusieurs autres sels : sulfate d'ammoniaque, tungstate de soude, phosphates et borates alcalins, acide borique, alun.

L'usage de ce dernier sel pour rendre les charpentes incombustibles, est d'ailleurs extrêmement onéreux. Pendant le siège d'Athènes, par Sylla, il fut impossible, d'après Aulu-Gelle, d'incendier une tour de bois construite par Archélaüs, parce que cette tour était enduite d'alun.

Le silicate de potasse a été appliqué en grand au durcissement des pierres calcaires : mais cette application n'a pas réalisé les espérances qu'on avait conçues.

Nous avons constaté les deux faits suivants, qui nous paraissent incontestables :

1° Une statue de calcaire dur, à grain fin, se conserve bien quand on l'enduit de silicate de potasse : la dureté augmente d'une manière notable ; la matière étant fort compacte, le silicate ne pénètre pas profondément et les eflets du *salpêtrage* sont presque nuls. Il est clair que, dans ce cas, la silicatisation est inutile ou à peu près ;

2° Une façade ornementée, construite avec le calcaire tendre de Touraine, ayant été enduite de silicate de potasse dans les meilleures conditions, a durci d'une façon très satisfaisante et s'est bien conservée pendant près de dix ans. Mais alors le salpêtrage a progressé de plus en plus sous l'enduit de silicate qui a fini par se détacher en plaques entraînant une partie de la pierre.

On a essayé d'appliquer une couche d'acide hydrofluosicilique par-dessus le silicate de potasse : de manière à produire la décomposition du *fluosilicate de potasse* très peu soluble (M. Kessler). Cet ingénieux procédé n'est pas encore suffisamment éprouvé par le temps : il est donc impossible de l'apprécier à sa valeur.

XIII. — PEINTURES AU GOUDRON

Le goudron, dit de *Norwège*, est produit par une sorte de distillation grossière (ou plutôt une combustion incomplète) des bois résineux. C'est le seul qui soit employé pour enduire les cordages de marine, les étoupes servant au calfatage, etc.

Ce goudron pourrait servir pour les peintures communes destinées simplement à conserver les bois : mais il serait d'un prix un peu élevé.

On le remplace presque toujours par le goudron des usines à gaz (*coaltar* des Anglais), dont le prix ne dépasse guère 5 francs les 100 kilogrammes.

En été, le goudron est assez fluide pour qu'on l'applique sans aucune addition : mais, en hiver, il faut le délayer avec l'essence de térébenthine ou bien le faire chauffer dans une chaudière de fonte ou de tôle ; l'opération doit se faire en plein air, à cause des dangers d'incendie : et il faut *brasser* la matière pour qu'elle ne déborde pas. En cas d'inflammation, il faut avoir un couvercle tout prêt pour fermer la chaudière.

Les menus objets sont *goudronnés* en les trempant dans la chaudière : mais on emploie le goudron comme une peinture pour enduire les charpentes exposées à l'air, les palissades, les charrues, tombereaux et autres engins à l'usage des cultivateurs.

Les ouvrages de bois ou de fer peints au goudron, présentent un aspect triste et même malpropre : mais aucune peinture ne préserve (mieux que le goudronnage et à moins de frais), les fers de la rouille et les bois de la pourriture et des attaques des insectes.

De plus, ce genre de travail peut être exécuté par des ouvriers absolument quelconques.

On emploie le papier et le carton goudronné (ou *bitumé*) pour les couvertures des ateliers ou des hangars rustiques. Pour entretenir ces toitures économiques, il suffit d'appliquer une couche de goudron tous les deux ou trois ans.

XIV. — PEINTURES AUX VERNIS
(PASSÉES AU FOUR)

On applique souvent les peintures délayées au vernis : on peint au vernis gras, principalement sur métaux.

Dans ce dernier cas, les objets peints sont souvent passés *au four* ou plutôt dans une étuve fortement chauffée : la partie volatile du vernis se vaporise, les résines fondent et prennent un aspect brillant tout à fait remarquable.

Sur le fond ainsi préparé, on applique ensuite des dorures ou des peintures légères à l'aide de vernis très siccatifs.

La composition et le bon emploi des vernis représentent la partie essentielle de ce genre de travail : les couleurs ne sont plus que l'accessoire.

XV. — PEINTURES AU CAOUTCHOUC — GLU MARINE

On introduit souvent, avec grand avantage, du caoutchouc dans les peintures à l'huile qui acquièrent ainsi beaucoup plus de souplesse, de brillant et de résistance aux agents extérieurs.

Le caoutchouc est coupé en petits morceaux et dissous dans l'huile lourde, la benzine ou le sulfure de carbone. Ce n'est pas une véritable dissolution : mais le caoutchouc se gonfle beaucoup quand on le maintient pendant douze heures dans un de ces liquides : il se dissout en partie et la masse peut être délayée et incorporée aux huiles pour peinture sans donner de grumeaux. Le dissolvant, benzine ou sulfure de carbone, très volatil, s'évapore aisément pendant le travail : dans le cas où on emploie l'huile lourde, ce qui est sans inconvénient, le dissolvant reste mêlé à l'huile grasse.

Dans les préparations de ce genre, il faut toujours être en garde contre le danger d'incendie.

La *glu marine* est un produit fort utile, qu'on obtient de la manière suivante :

On dissout 3 parties de caoutchouc dans 34 parties d'huile lourde de goudron et on incorpore au mélange pâteux 63 parties de gomme laque pulvérisée. On

chauffe de manière à obtenir une fusion complète : la matière est coulée en plaques et devient très dure par le refroidissement.

Pour employer la glu marine on la chauffe à 120 degrés et on l'applique avec une brosse sur les parties qu'on veut réunir : le *collage* ainsi obtenu est très solide et résiste parfaitement à l'eau : avantage précieux pour les réparations à bord des navires.

On emploie aussi la glu marine pour faire d'excellentes peintures dont le seul défaut est d'être assez coûteuse.

Cette utile invention est due à M. Jeffery (1841).

XVI. — PEINTURES DIVERSES

On a proposé un grand nombre de procédés destinés à remplacer les procédés de peinture à la colle et à l'huile : plusieurs ont donné de bons résultats ; mais aucun ne s'est généralisé, probablement à cause du prix plus élevé ou de la rareté des matières premières.

Au lieu de colle, on a employé le petit lait, le sérum du sang, la caséine du lait ou celle du gluten, dissoutes à l'aide d'une très petite quantité de carbonate de soude, etc. Le sérum a donné, dit-on, une très bonne peinture résistant à l'eau beaucoup mieux que la peinture à la colle. Mais il est clair que toutes ces matières sont d'un prix plus élevé que la *colle au baquet*, et si l'on désire avoir des peintures qui résistent à l'eau, l'emploi de l'huile n'est pas beaucoup plus cher et donne de bien meilleurs résultats.

On a proposé de remplacer l'huile pure par une sorte d'*émulsion* formée d'huile battue avec de l'eau de savon ou de l'eau contenant de la gélatine en dissolution, etc. On a essayé d'ajouter de la chaux en poudre très fine à l'huile employée pour la peinture de manière à la *saponifier* en partie : il se forme ainsi un savon de chaux qui prend de la dureté et rend l'huile plus siccative.

Il est certain qu'on a pu faire des peintures avec ces différents mélanges : et que, plus d'une fois, le prix de revient a été un peu moins élevé que celui de la peinture à l'huile ordinaire : mais il nous semble très douteux que ces peintures aient pu soutenir la comparaison au point de vue de la beauté et de la solidité.

La plupart de ces procédés ont eu pour but d'éviter l'emploi de l'essence dans la peinture en bâtiment et de faire sécher les huiles si promptement que la mauvaise odeur des peintures disparaisse en quelques heures : mais c'est une idée à laquelle on a sagement renoncé après d'innombrables essais.

IMPRESSIONS A L'ALBUMINE SUR TISSUS

Les papiers peints s'impriment avec des couleurs délayées à la colle et appliquées avec des planches ou des rouleaux en relief.

Ce genre de travail représente donc une sorte de *gouache* exécutée mécaniquement; tandis qu'un tissu imprimé se rapproche plutôt d'une aquarelle.

On imprime souvent sur tissus de coton des couleurs délayées à l'*albumine*.

Le tissu est *vaporisé*, l'albumine est coagulée et, comme elle pénètre le tissu, la couleur est retenue comme dans un réseau très serré adhérent aux fibres, souple et inattaquable par l'eau : de sorte que les tissus imprimés à l'albumine résistent même au savonnage à l'eau tiède; mais il faut employer du savon neutre (savon blanc de Marseille); certains savons contiennent de la soude caustique qui attaque l'albumine et la plupart des couleurs.

La découverte de l'impression à l'albumine a été faite à Paris, dans la manufacture de la Glacière, il y a environ quarante ans : elle s'est développée ensuite à Mulhouse et dans les grands centres d'impression sur coton.

On employait d'abord exclusivement l'albumine de l'œuf : les blancs d'œufs étaient battus avec une petite quantité d'eau filtrée pour séparer les membranes et desséchés dans une étuve à 30 ou 35 degrés au plus. Les jaunes sont mis à part et vendus aux mégissiers.

On a réussi ensuite à extraire l'albumine du sérum du sang : le produit était coloré, on ne pouvait l'employer que pour l'impression des couleurs foncées.

Actuellement on est arrivé à obtenir l'albumine du sang absolument incolore : comme celle de l'œuf, elle se présente en écailles vitreuses, transparentes et à peine jaunâtres. Elle se dissout entièrement dans l'eau tiède en formant une liqueur visqueuse. On l'emploie non seulement pour l'impression, mais pour le collage des vins, les apprêts de certains tissus, etc.

Toutes les couleurs suffisamment solides peuvent être imprimées à l'albumine pourvu qu'elles soient en poudre impalpable ou en pâte absolument douce au toucher.

Nous citerons principalement les suivantes :

Outremer, vert Guignet, gris de charbon (noir de fumée purifié), blanc de zinc, terre de Sienne et autres ocres, carmin de cochenille, bronzes-couleurs.

L'impression se fait avec des planches gravées en relief ou avec des rouleaux de cuivre gravés en creux. Comme le tissu de coton est poreux et qu'une pression énergique le force à pénétrer dans les moindres creux de la gravure, il absorbe aisément les couleurs et on obtient des impressions très nettes.

On peut assortir les couleurs à l'albumine avec d'autres couleurs, dites *couleurs-vapeur* : par exemple, les laques d'alizarine, de bois jaune, etc., en solution dans l'acide acétique; avec l'indigo réduit de M. Schutzenberger; avec les couleurs d'aniline, etc. Pendant le vaporisage, accompagné souvent d'un

fort dégagement d'acide acétique, certaines couleurs sont sujettes à s'altérer, le bleu d'outremer, surtout : car cette couleur est très sensible à l'action des acides.

On a souvent demandé pourquoi l'on n'imprime pas à l'albumine la laine et la soie.

Les couleurs imprimées à l'albumine offrent un aspect mat qui ne peut convenir qu'à du coton, dont l'aspect est précisément le même : les tissus de soie ont au contraire une apparence brillante qui contrasterait de la façon la plus désagréable avec des impressions mates. De plus, l'albumine donne toujours un peu de *raideur* au tissu : ce qui serait inadmissible pour la laine et la soie, qui doivent conserver toute leur souplesse. Cependant pour les châles de laine, on emploie quelquefois des couleurs à l'albumine.

On a remplacé l'albumine par d'autres substances analogues : la *caséine* du lait ou le *gluten* dissous par l'acide chlorhydrique très faible (M. O. Scheurer-Rott).

On a essayé d'imprimer sur tissus de coton des couleurs délayées avec le silicate de soude : puis de *fixer* les couleurs au moyen d'un bain de chlorhydrate d'ammoniaque. Il se fait du chlorure de sodium, l'ammoniaque se dissout et l'acide silicique reste à l'état insoluble sur le tissu (Kuhlmann). Mais ce précipité ne résiste pas au lavage et au frottement; il est bien loin de posséder la ténacité de l'albumine coagulée.

Nous ne parlerons pas ici en détail des impressions sur tissus qui rentrent dans les opérations de la teinture : c'est le cas le plus général. On imprime des *mordants* de diverses natures et on teint le tissu dans un bain convenablement préparé : c'est ainsi qu'on procède pour la fabrication des *indiennes* proprement dites. Ou bien on imprime la couleur avec son mordant et on *vaporise* le tissu : ce qui simplifie beaucoup les opérations. Depuis qu'on a remplacé la garance par l'*alizarine artificielle*, on produit le plus souvent des couleurs dites garancées en imprimant des mélanges d'alizarine et de mordants d'alumine et de fer.

IMPRESSIONS AU VERNIS SUR LAINE

Depuis une vingtaine d'années on imprime sur les étoffes de laine reteintes des couleurs délayées au vernis gras qui prennent par dessiccation un aspect brillant et résistent bien au frottement (M. Thuillier-Bonnefond). Le vernis doit être à la fois souple et résistant : et, de plus, assez visqueux pour ne pas faire des *embus*. L'impression se fait avec des planches gravées en relief : on peut employer des couleurs quelconques, y compris les bronzes-couleurs.

IMPRESSIONS AUX ENCRES GRASSES SUR PAPIER

A. — IMPRESSION TYPOGRAPHIQUE

Des caractères ou figures quelconques sont recouverts d'une encre grasse de consistance pâteuse.

Une feuille de papier légèrement humide est fortement pressée contre les reliefs ainsi préparés : l'encre grasse est absorbée par le papier et forme en séchant des caractères ou dessins tout à fait indélébiles.

L'*invention* de la typographie (impression en caractères mobiles) remonte au XVe siècle, comme chacun sait : c'est en 1453 et 1455 que furent imprimés, à Mayence, les premiers ouvrages sur des *formes* composées avec des caractères mobiles fondus par le procédé imaginé par Schœffer, l'un des trois inventeurs de la typographie. Mais le premier ouvrage qui porte une date certaine avec le nom des imprimeurs est le fameux *Psautier de Mayence* (1457).

De nos jours la typographie a subi de telles transformations que la fabrication des encres d'imprimerie est devenue l'objet d'une industrie toute spéciale.

Tous les ouvrages de quelque valeur s'impriment sur des *formes* plates composées d'un cadre de fer dans lequel on a enchâssé des caractères mobiles et des gravures sur bois (ou plutôt des *clichés* métalliques qui sont des reproductions exactes de ces gravures). Souvent même on obtient des reliefs suffisants pour la typographie en gravant le zinc en relief : on arrive même à transformer les photographies en reliefs de ce genre (phototypie).

L'impression des journaux se fait le plus souvent à la presse circulaire (presse Marinoni). Les reliefs sont appliqués à la surface d'un cylindre qui reçoit l'encre fournie par des rouleaux et la transmet au papier. Avec ces machines on imprime sur papier continu : les feuilles sont séparées après l'impression.

Le journal est composé en caractères mobiles. La *forme* est moulée en creux avec du papier humide en plusieurs doubles qu'on presse fortement à la surface.

Ce moule est rapidement séché et rempli d'un alliage fusible (plomb, étain, bismuth, souvent additionné de zinc) : c'est ce qu'on nomme le *métal à clicher*.

Le *cliché* ainsi obtenu reproduit exactement le relief de la forme. On le *cambre* à l'aide d'une machine spéciale de manière à pouvoir l'appliquer sur le cylindre imprimeur.

Cette courbure entraîne forcément quelques déformations : c'est pourquoi les journaux sont divisés en colonnes étroites parallèles à la longueur du cylindre.

Avec un nombre suffisant de presses on arrive à tirer des centaines de mille exemplaires en quelques heures : chaque presse reçoit un cliché spécial coulé dans le même moule.

Aussitôt la composition faite ainsi que l'*imposition* (ou mise en forme), l'opé-

ration du clichage se fait en moins d'une demi-heure : le tirage commence immédiatement et continue sans interruption.

Les encres d'impression sont presque toujours à base de noir de fumée. Comme nous l'avons dit précédemment, on ne doit employer que du noir de première qualité, purifié par la calcination dans des cylindres de tôle : surtout quand il s'agit des *encres à vignettes* pour l'impression des ouvrages de luxe. Pour les encres à journaux, on se sert de noir très ordinaire, dont la teinte est souvent grisâtre.

On ajoute presque toujours au noir une certaine quantité de bleu de Prusse ou d'indigo en poudre impalpable afin de rendre le noir plus agréable à l'œil : souvent même on introduit dans le mélange un peu d'ocre rouge ou mieux de carmin, de manière à donner au noir un reflet violet foncé qui le fait paraître beaucoup plus beau.

Le noir est broyé très intimement avec le *vernis*, qui n'est autre chose que de l'huile de lin cuite avec beaucoup de soin, au degré convenable. On distingue le *vernis fort*, qui est de l'huile fortement cuite devenue visqueuse au point de se tirer en minces filets, et le *vernis faible*, qui est de l'huile beaucoup moins cuite.

On se sert aussi d'huile de noix pour certaines encres d'impression.

La cuisson des huiles pour encres typographiques se fait le plus souvent sans addition de litharge ou de peroxyde de manganèse : en effet, les huiles cuites de cette façon deviennent tellement tenaces qu'elles adhèrent *à la lettre* au point que le nettoyage en devient difficile et qu'elles arrachent quelques fibres du papier.

La térébenthine de Venise ou celle de Bordeaux, qu'on ajoute souvent aux vernis à la fin de la cuisson, présente à peu près les mêmes inconvénients : aussi doit-on en user très modérément.

La cuisson de l'huile se fait à feu nu, dans une chaudière en forme de poire qu'on doit pouvoir fermer très exactement à l'aide d'un couvercle. L'huile mousse beaucoup, de sorte que la chaudière ne doit être remplie qu'aux deux tiers. Il y a toujours inflammation ; mais la combustion doit être arrêtée à volonté par la fermeture de la chaudière.

A cause des dangers d'incendie, la cuisson des huiles doit toujours s'opérer sous des hangars éloignés des bâtiments.

Lorsque l'huile est cuite au point convenable, on lui fait subir le *dégraissage*, opération fort singulière et complètement inexplicable au point de vue chimique.

On ajoute dans l'huile chaude, presque bouillante, des croûtes de pain sèches, et un certain nombre d'oignons : on continue à brasser fortement l'huile avec ces matières et on la filtre pendant qu'elle est chaude.

Il est possible que cette ancienne recette ait été remplacée par d'autres plus rationnelles, mais il est très difficile d'être renseigné sur ce point.

On ajoute maintenant aux encres typographiques une petite quantité de savon et surtout de savon de résine : on a constaté que les encres deviennent ainsi moins visqueuses, *plus courtes* (en termes d'atelier) et qu'elles se détachent mieux de l'œil de la lettre.

On a aussi préconisé l'emploi des *huiles de résine*, obtenues par la *distillation sèche* des résines communes.

Au lieu de noir, on peut broyer avec les vernis des matières colorantes diverses afin de composer des couleurs pour la typographie. La plus employée est l'encre rouge, à base de vermillon.

L'encre d'impression doit sécher promptement et ne pas laisser de *cerne* jaunâtre autour des caractères imprimés. Ce dernier défaut proviendrait d'une cuisson insuffisante du vernis et surtout de la suppression du *dégraissage*.

On ajoute souvent aux encres typographiques de la résine commune (colophane, arcanson) ou du *baume du Pérou*, du *copahu*, pour les encres à vignettes.

Bien que l'encre soit à base de corps gras, elle n'est pas enlevée par les dissolvants ordinaires des corps gras, tels que le sulfure de carbone, l'éther, le pétrole léger, etc. On peut chauffer, dans un tube scellé, un papier imprimé avec ces différents dissolvants, sans que l'impression soit altérée. Il en est de même des lessives alcalines.

Toutefois, un papier imprimé, trempé dans l'acide sulfurique concentré et lavé tout de suite à grande eau, peut être blanchi; mais il prend alors l'aspect du parchemin végétal.

Sous l'action de l'acide sulfurique, le *vernis* de l'encre d'impression se change en un corps brun jaune soluble dans l'eau : le noir, qui n'est plus retenu par le vernis, est facilement détaché par l'eau.

Pour que l'expérience réussisse, il est nécessaire d'opérer sur des papiers de bonne qualité : le papier à journaux ne résisterait pas à l'action de l'acide sulfurique.

B. — IMPRESSION EN TAILLE-DOUCE

Une planche de cuivre ou d'acier gravée en creux est recouverte d'une encre grasse, puis fortement essuyée de manière à ne laisser l'encre que dans les creux de la gravure.

Une feuille de papier humide est alors énergiquement pressée à la surface de la planche, de manière à forcer le papier à pénétrer dans les creux pour y prendre l'encre.

Tel est le principe de l'impression en taille-douce.

L'encre est analogue à celle qui sert pour la typographie; mais elle doit toujours être assez peu visqueuse pour se détacher très facilement des moindres finesses de la gravure. Aussi le noir de fumée est-il remplacé par des noirs spéciaux (noir de vigne, noir de Francfort, etc.) qui sont plus riches de ton et qui donnent avec l'huile de lin cuite des mélanges moins tenaces.

C. — LITHOGRAPHIE EN NOIR ET EN COULEURS DIVERSES

La lithographie, devenue si importante de nos jours, est une invention toute moderne : elle est due à Senefelder, né à Prague, et ne remonte qu'à la fin du

siècle dernier. Engelmann, de Mulhouse, fit les premières impressions en couleurs si développées actuellement sous le nom de *chromolithographie*.

Sur une pierre calcaire de grain très fin on trace un dessin à l'aide d'une encre grasse.

On mouille ensuite la pierre avec de l'eau gommée et acidulée par l'acide chlorhydrique mêlé d'acide nitrique.

Le calcaire est attaqué de sorte que les traits couverts d'encre forment un léger relief. Puis on efface le dessin avec de l'essence et on nettoie la pierre.

Si on passe ensuite sur la pierre un rouleau garni d'une encre grasse, l'encre ne prend que sur les parties qui étaient couvertes par le dessin et non sur le fond qui n'est pas mouillé par les corps gras.

On applique alors une feuille de papier sur la pierre et on soumet à une forte pression : l'encre grasse est absorbée par le papier, presque en totalité.

On encre de nouveau, on applique une nouvelle feuille et ainsi de suite.

Tel est le principe fort simple qui sert de base à la lithographie.

Cette invention offre des ressources précieuses à l'art et à l'industrie.

En effet l'artiste peut dessiner directement sur la pierre au crayon ou à la plume, sans craindre de voir son œuvre mal traduite.

De plus, on peut *transporter* sur une pierre lithographique une écriture ou un dessin fait avec une encre grasse toute spéciale (encre autographique) sur un papier encollé avec de la fécule. Ce papier, à l'état humide, étant appliqué sur une pierre, le dessin reste adhérent à la pierre et peut fournir un grand nombre de tirages.

Par des moyens analogues on peut transporter sur pierre des épreuves de gravures en taille-douce tirées sur papier de Chine préalablement encollé à la fécule, ou même des épreuves sur papier ordinaire, à la condition qu'elles ne soient pas trop anciennes.

A l'aide d'artifices très ingénieux, on est parvenu à transporter des photographies sur pierres lithographiques.

Dans ces dernières années on a créé la *zincographie*, dont les premiers essais remontent à l'origine même de la lithographie.

La pierre lithographique, toujours fort coûteuse (surtout dans les grandes dimensions), lourde, embarrassante et fragile, est remplacée par une feuille de zinc, qui possède les propriétés essentielles de la pierre, c'est-à-dire de s'attaquer par les acides et de se laisser mouiller par les encres grasses.

La zincographie offre des ressources précieuses pour la reproduction des dessins et cartes de grandes dimensions.

C'est ainsi que sous l'habile direction du général Perrier, membre de l'Institut, on a exécuté des cartes à grande échelle des différentes parties de l'Algérie.

L'impression lithographique se fait souvent à l'aide de machines très perfectionnées permettant un tirage très rapide; de plus, on peut imprimer plusieurs couleurs au moyen d'un *repérage* très exact.

C'est ainsi qu'on procède pour la *chromolithographie*, qui offre de si précieuses ressources pour les arts et les sciences, bien qu'on en abuse pour l'imagerie la plus vulgaire.

Il est utile de faire remarquer que le repérage est plus facile en lithographie

qu'en typographie, parce que l'impression se fait avec du papier presque sec, tandis qu'en typographie le papier doit être employé très humide et que les dimensions peuvent varier dans l'intervalle de temps qui sépare les tirages de deux couleurs successives.

Pour la lithographie, on emploie deux espèces d'encres :

1° *Encre à dessiner ou à écrire sur pierre.* — Cette encre présente l'apparence de l'encre de Chine ordinaire.

Pour écrire, on frotte le bâton d'encre *à sec* sur le fond d'un large godet ou d'une assiette : on ajoute quelques gouttes d'eau de pluie ou mieux d'eau distillée; on délaie avec un pinceau qui sert à charger la plume ou le tire-ligne.

Pour dessiner, on taille le bâton d'encre comme un crayon à dessin ordinaire.

La pierre doit être légèrement *grenée* en la frottant sur une autre pierre, avec interposition de sable très fin. Le crayon adhère fort bien à cette face très légèrement rugueuse, car le crayon lithographique donne des marques déjà très visibles sur le verre ou la porcelaine, à la condition que les objets soient bien secs : c'est une propriété qu'on utilise quelquefois dans l'industrie et dans les laboratoires.

M. Lemercier a publié un travail complet sur les encres lithographiques : d'après cet éminent praticien, l'encre à écrire (ou crayon lithographique) doit être composée d'un mélange, à parties égales, de savon et de suif additionné de gomme-laque. Le noir est ensuite incorporé dans ce mélange.

On procède ainsi qu'il suit :

Dans un vase de cuivre muni d'un couvercle, on fait fondre 2 parties de cire jaune avec 1 partie et demie de suif.

On ajoute ensuite, par petites portions, 6 parties et demie de savon blanc de Marseille, en agitant constamment et en prenant garde que la matière ne déborde pas.

Quand la fusion est complète, on ajoute 3 parties de gomme-laque pulvérisée, en continuant de remuer très activement.

On chauffe alors jusqu'au point d'obtenir des fumées blanches épaisses, on retire du feu et on enflamme la fumée, qui doit brûler au plus pendant une minute.

On introduit alors 1 partie et demie de noir de fumée bien sec qu'on délaie bien exactement et qu'on reporte sur le feu, en continuant d'agiter.

Après un quart d'heure de cuisson, la masse, légèrement refroidie, est coulée sur une feuille de papier frottée de savon pour éviter l'adhérence : on peut aussi la mouler en bâtons.

D'après la composition de cette encre, on voit que le savon lui donne la facilité de se délayer avec de l'eau, tandis que le corps gras lui communique la propriété d'adhérer à la pierre et d'*attirer* l'encre d'impression.

Quand on passe de l'eau acidulée sur la pierre, le dessin à l'encre lithographique n'est pas enlevé, bien que cette encre soit susceptible de se délayer dans l'eau : ce fait s'explique très bien, parce que l'acide met en liberté l'acide gras du savon qui devient alors insoluble dans l'eau.

La gomme-laque a surtout pour effet de donner au mélange la ténacité né-

cessaire pour qu'on puisse l'employer comme crayon, et pour que les traits donnés par l'encre délayée deviennent assez durs en séchant pour ne pas se délayer trop facilement pendant le nettoyage à l'essence.

On a donné un grand nombre de formules pour la composition des encres lithographiques : on ajoute souvent du mastic en larmes (sorte de résine), de la térébenthine de Venise ou de Bordeaux, de la colophane, du vernis à l'huile de lin, etc.

Le mastic remplace la gomme-laque, en tout ou partie; il jouit de propriétés analogues.

La térébenthine et le vernis à l'huile de lin donnent à l'encre une certaine mollesse.

La cire peut être remplacée, en tout ou en partie, par le blanc de baleine ou la paraffine. Cette matière possède la précieuse propriété de ne pas se *charbonner* comme la cire par une fusion très prolongée.

L'*encre autographique* possède une composition très analogue à la précédente; mais, le plus souvent, elle ne contient pas de noir : on ajoute une matière colorante en quantité nécessaire pour suivre l'écriture. Cette matière est ordinairement la résine sang-dragon.

Comme nous l'avons dit plus haut, on écrit avec cette encre sur du papier encollé à la fécule : pour faire le *transport*, il est nécessaire que la pierre soit parfaitement sèche; lorsque l'écriture est ancienne, il est quelquefois nécessaire de chauffer la pierre afin que l'encre puisse adhérer.

On peut colorer l'encre autographique au moment où on la délaie en y ajoutant un peu d'encre de Chine ou de carmin.

D'après une formule assez compliquée qui donne, paraît-il, de très bons résultats, on fait entrer dans la préparation de l'encre du copal fondu avec une petite quantité d'huile d'olive : on ajoute à ce mélange les autres ingrédients usités pour la préparation des encres lithographiques.

2° *Encre d'impression pour la lithographie.* — Cette encre se rapproche beaucoup de celle qu'on emploie pour la typographie.

M. Lemercier a étudié la fabrication de cette encre avec toute la compétence d'un lithographe des plus habiles.

Il est arrivé à cette conclusion : que la résine doit toujours faire partie de l'encre d'impression lithographique.

On doit préférer l'huile de lin de fabrication un peu ancienne qui est d'un jaune clair et bien transparente, tandis que l'huile récente est ordinairement verdâtre et un peu trouble ; de plus, elle retient plus d'eau que l'huile ancienne ; elle *mousse* beaucoup plus quand on la chauffe.

Toutefois l'huile récente peut servir, à la condition de la filtrer (à la chausse de feutre) et de la chauffer lentement et longtemps de manière à lui faire perdre son eau.

Comme pour l'encre typographique, l'huile est cuite et *dégraissée* au moyen du pain. M. Lemercier emploie des tranches minces de pain frais qu'il ajoute successivement pendant la cuisson et qu'il retire à l'aide d'une écumoire. L'huile ne doit pas être assez chaude pour brûler et noircir le pain, qui doit, au contraire, conserver une teinte brun jaune claire.

Quelle est la matière qui est retenue par le pain? Les chimistes n'ont pas étudié la question : ce qu'il y a de certain, c'est que les premières tranches de pain se pénètrent d'un corps d'une saveur âcre et amère, fort désagréable, tandis que les dernières ne prennent que la saveur ordinaire de l'huile.

Pour 1 kilogramme d'huile, il faut employer au moins 120 grammes de pain.

On ajoute ensuite des oignons coupés par tranches (une douzaine, de grosseur moyenne, pour 1 kilogramme d'huile). Comme nous l'avons dit, à la suite de cette singulière préparation, l'huile se clarifie et devient siccative, tout en gardant la fluidité convenable.

L'huile étant filtrée et remise sur un feu modéré, on ajoute la résine par petites portions.

Le choix de cette résine est fort important. M. Lemercier donne la préférence à la *poix-résine*, de première qualité, qui doit être de couleur blonde, et facile à réduire en poudre. Cette matière n'est autre chose que de la résine de pin ou de sapin chauffée de manière à lui enlever ses parties les plus volatiles; elle ressemble donc beaucoup à la *colophane*, résidu de la distillation des résines de pin des Landes pour la fabrication de l'essence de térébenthine.

Il est bien probable que la colophane peut être substituée à la poix-résine.

Le principal avantage qui résulte de l'emploi de la résine, c'est qu'il est inutile de pousser la cuisson de l'huile à un degré très élevé : l'huile modérément cuite se fabrique sans danger; elle est beaucoup moins colorée (avantage précieux pour les encres de couleur).

De plus, l'encre à la résine se maintient toujours plus onctueuse, plus *maniable* pour l'ouvrier : l'encrage de la pierre se fait bien également; sous une pression modérée, l'encre quitte la pierre avec facilité et se porte sur le papier, au point que, plus d'une fois, il n'en reste plus sur la pierre; ce qui est d'ailleurs sans inconvénient, car l'encrage ramène de l'encre sur tous les traits qui sont restés gras.

C'est en partant de ces indications qu'on fabrique actuellement des vernis à l'huile de lin très peu cuite et à la résine servant à délayer toutes sortes de couleurs pour la chromolithographie.

Pour les couleurs délicates et fraîches de ton on compose un vernis spécial, sans huile de lin. Voici une recette indiquée par M. Knecht :

Térébenthine de Venise.	5 parties.
Huile de ricin	15 —
Cire blanche	1 —

Les trois matières doivent être aussi pures et aussi fraîches que possible : il suffit de les fondre ensemble et de broyer le mélange avec les couleurs en poudre fine et bien desséchées.

L'huile de ricin est très peu siccative : toutefois le mélange est rendu suffisamment siccatif par la térébenthine.

On pourrait sans doute substituer la *paraffine* à la cire blanche.

Les chromolithographies présentent des parties dorées, argentées ou bronzées : on obtient facilement ces résultats en passant des bronzes en poudre sur

les épreuves, après avoir imprimé un vernis qu'on ne laisse pas complètement sécher.

Pour l'encre noire, on chauffe l'huile jusqu'au point où les vapeurs prennent feu au contact d'une tige de fer rouge. On laisse brûler pendant quelques instants : on enlève la chaudière du feu, on agite et on ferme avec le couvercle. Avec l'huile récente, il est nécessaire de répéter l'opération, jusqu'à ce que l'huile cesse de se boursoufler par le dégagement de la vapeur d'eau.

Quand le vernis à l'huile et à la résine est convenablement préparé, on ajoute du noir de fumée et on broie sur un marbre à la manière ordinaire.

Pour les encres dites *à transport*, on ajoute un peu d'huile non siccative, d'huile d'olive, par exemple, de façon que l'impression ne sèche que très lentement et puisse être facilement transportée sur une pierre ou un zinc, même au bout de quelques jours. On tire avec l'encre à transport sur papier de Chine encollé à la fécule : l'épreuve étant maintenue pendant quelque temps entre deux feuilles de papier humides abandonne toute son encre quand on la presse fortement sur une pierre suffisamment sèche.

On peut ensuite exécuter des tirages sur cette pierre comme pour la lithographie exécutée directement.

On comprend toute l'importance de ces procédés qui permettent de tirer, *par transport lithographique*, des épreuves aussi nombreuses qu'on le désire d'une précieuse gravure sur cuivre ou sur acier; par exemple, de la grande carte de l'état-major. Les épreuves par transport ne sont pas aussi nettes que les épreuves données par l'impression en taille-douce sur la planche elle même; mais elles peuvent être livrées à très bon marché et la planche ne s'use pas.

D. — IMPRESSIONS SUR BOIS, SUR VERRE, POTERIES, Etc.

Le principe général de ce genre d'impression (ou plutôt de *transport*) est celui-ci :

On imprime sur du papier mince et souple un sujet quelconque avec des encres grasses, par les procédés de la lithographie ou de la taille-douce.

Le papier humide est appliqué aussitôt sur le bois qui absorbe l'encre d'impression très facilement, si la surface est bien polie. On *relève* le papier et, quand l'impression est sèche, on la couvre d'un vernis.

Pour les poteries on procède exactement de la même façon ; mais les couleurs employées doivent être des couleurs vitrifiables.

Quand il s'agit de décorations *sous couverte*, on applique le papier imprimé sur la poterie cuite *en biscuit*, c'est-à-dire sans émail ou couverte : la surface est très absorbante et l'impression se détache aisément. On passe ensuite la pièce dans l'eau qui contient la couverte en suspension : on fait cuire et le dessin produit un effet très satisfaisant à travers la couverte, qui doit être bien transparente.

Pour les décorations *sur couverte* (ce qui est le cas général pour la porcelaine), le même procédé peut servir, si le vernis employé pour l'impression est suffisamment tenace pour adhérer aux surfaces polies.

C'est ainsi qu'on applique l'or sur la forme de décors très riches et d'une complication telle qu'il serait fort coûteux de les exécuter au pinceau.

La maison Haviland (Limoges et Paris) fabrique depuis longtemps des porcelaines décorées d'impressions en couleurs très réussies : ce sont des chromolithographies en couleurs vitrifiables transportées sur la porcelaine et cuites au feu de mouffle. On emploie aussi l'impression en taille-douce, qui *fournit* plus de couleur que la lithographie.

On peut transporter sur verre une épreuve à l'encre grasse, même quand cette épreuve est déjà ancienne.

On couvre la surface d'une couche mince de vernis gras très adhésif (vernis copal).

Quand ce vernis est un peu *collant*, on applique une gravure ou une lithographies, bien pénétrée d'humidité, toutefois sans que la surface soit mouillée : on presse toutes les parties de la gravure avec une roulette, et on laisse sécher complètement.

Au bout de vingt-quatre heures, on mouille largement le papier et on l'enlève avec précaution : s'il est de bonne qualité, il peut être *levé* tout d'une pièce ; autrement il se détache par morceaux sous l'action d'un léger frottement.

L'impression reste fixée au vernis.

C'est par ce procédé fort simple qu'on transporte des impressions sur verre pour lanternes magiques, appareils à projections, etc.

ENCRES A ÉCRIRE

HISTORIQUE

Chez tous les peuples, l'emploi de l'encre remonte à la plus haute antiquité : l'homme, encore à demi sauvage, se sert des liquides colorés fournis par les plantes et les animaux pour tracer des ornements, sinon des caractères d'écriture.

On prétend que l'encre à écrire était en usage du temps de Moïse : on se fonde sur ce passage du livre des Nombres : *le prêtre effacera avec les eaux amères les malédictions qu'il aura écrites dans le livre.*

Les anciens grecs et romains écrivaient le plus souvent avec un roseau taillé (*calamus*) trempé dans une encre formée de charbon délayée dans l'eau gommée.

Dioscoride donne la recette de cette encre : 3 parties de noir de fumée et 1 partie de gomme dissoute dans une quantité suffisante d'eau.

L'encre des anciens était donc analogue à l'encre de Chine, bien que très inférieure comme qualité. Pline parle d'une espèce d'encre noire, dont il

ignore la composition et qui était apportée de l'Inde. C'était probablement l'encre de Chine.

C'est grâce à l'emploi du charbon dans la composition de l'encre des anciens que les manuscrits sur papyrus ont pu être conservés jusqu'à nous.

Dans l'antiquité, on écrivait aussi avec une liqueur brune fournie par les *sèches* (sépia) ou avec la pourpre des coquillages; mais c'était une encre de luxe réservée pour les souverains.

D'après Ovide, on employait du vermillon délayé dans de l'eau gommée pour tracer les grandes lettres ou le titre des livres.

L'encre à écrire s'appelait *atramentum*. Notre mot *encre* vient du latin *encaustum* (encaustique), dont on a fait *inchiostro* (italien), *incost* (polonais), *inkt* (flamand), *ink* (anglais).

Les anciens connaissaient la propriété que possède le sulfate de fer de noircir au contact des matières tannantes : c'est même pour cela qu'ils employaient le mot *atramentum* pour désigner le sulfate de fer lui-même.

Il est donc bien possible qu'ils aient employé dans les temps les plus anciens l'encre au tannate de fer; en tous cas, les écritures faites avec cette encre n'ont pu résister au temps, comme il est arrivé pour les encres au charbon.

Ce n'est qu'à partir du XII[e] siècle que l'encre à la noix de galle est devenue d'un usage courant dans les pays de l'Europe.

Les écrivains israélites contemporains affirment que c'est le rabbin Meir qui a inventé cette encre au IV[e] siècle après l'ère chrétienne; mais ce fait paraît difficile à prouver.

ENCRE DE CHINE

C'est une encre à base de charbon, comme les encres d'impression; mais elle peut se délayer à l'eau, tandis que les encres d'impression résistent à l'action de ce liquide.

Le charbon étant inattaquable par les agents chimiques (dans les conditions ordinaires, où le papier lui-même ne s'altère pas), l'encre de Chine devait être indélébile; mais elle peut s'enlever par le frottement à l'aide d'une fine éponge mouillée d'eau pure; si toutefois le papier offre la solidité suffisante pour résister à cette épreuve.

En 1826, l'Académie des sciences fut consultée par le ministre de la justice sur les moyens les plus propres à rendre les écritures inaltérables; après bien des essais, la commission nommée proposa, en 1831, l'emploi de l'encre de Chine additionnée d'acide chlorhydrique étendu. L'encre ainsi modifiée pénètre le papier et ne peut plus s'enlever par le lavage. On avait d'ailleurs constaté depuis longtemps que les acides possèdent la propriété de pénétrer le papier et même le *papyrus* des anciens. Pline recommande d'ajouter du vinaigre au mélange d'eau gommée et de noir de fumée qui constituait l'encre des anciens, afin de la rendre plus solide.

L'encre indélébile de la commission de 1831 ne peut être employée, car l'acide chlorhydrique, même en très petite quantité, détruit peu à peu le papier; de plus, cet acide attaque les plumes métalliques dont l'usage est devenu si général, et même exclusif, aujourd'hui.

En 1837, l'Académie des sciences proposa de remplacer l'acide chlorhydrique de la première formule par une solution faible de soude caustique, qui n'attaque pas les plumes métalliques et qui pénètre fort bien le papier à écrire, même quand il est fortement collé. Du reste, il est préférable de mouiller légèrement le papier avec une éponge, et d'attendre, avant d'écrire avec l'encre indélébile, qu'il soit *bien pénétré d'humidité et bien ressuyé*, c'est-à-dire que la surface doit être assez sèche pour que les traits d'encre ne s'étendent pas. La solution de soude qui sert à délayer l'encre de Chine doit marquer seulement 1 degré à l'aréomètre de Baumé. La soude n'altère pas le papier et se change peu à peu en carbonate.

L'encre de Chine est fabriquée avec du noir de fumée; pour les qualités ordinaires, on prend du noir provenant de la combustion incomplète des résines; mais, pour les encres supérieures, on n'emploie que du *noir de lampe*, purifié avec le plus grand soin. Les Japonais se servent d'un très beau noir obtenu par la combustion incomplète du camphre.

On broie le noir avec un mélange de gomme et de gélatine. Il paraît que les Chinois font bouillir la gélatine avec de l'eau pendant très longtemps, de manière à lui conserver une certaine *mollesse* après la dessiccation; on sait, en effet, que la gélatine, soumise à une ébullition prolongée avec de l'eau, perd la propriété de donner une gelée ferme par le refroidissement et une colle très dure quand elle est desséchée.

On a proposé un grand nombre de recettes pour imiter l'encre de Chine; on réussit bien pour les sortes inférieures; mais, pour les encres de première qualité, il vaut mieux reconnaître la supériorité des Chinois et acheter leurs produits, surtout depuis que les communications avec l'extrême Orient sont devenues beaucoup plus faciles. Comme les Chinois n'écrivent qu'à l'aide d'un pinceau imprégné d'encre de Chine délayée au moment de s'en servir, la consommation de ce produit est immense dans tout l'empire chinois, et depuis fort longtemps on a pu atteindre la perfection dans ce genre d'industrie.

La première condition pour réussir dans la fabrication de l'encre de Chine, c'est de purifier le noir de fumée de toute matière grasse ou résineuse qui l'empêcherait de se *mouiller* par l'eau. Le noir doit être calciné dans un creuset bien fermé ou traité par l'acide sulfurique (voir plus haut, page 55, *purification des noirs de fumée*).

On broie le noir avec une solution de gomme additionnée de gélatine; le produit est séché, puis moulé en bâtons quand la pâte est devenue un peu consistante.

Dans quelques recettes, on ajoute de l'indigo en poudre impalpable, qui fait paraître le noir plus foncé. Pour les sortes communes, on introduit du jus de réglisse qui donne à l'encre la faculté de se délayer plus facilement; ou encore du fiel de bœuf purifié qui lui fait acquérir du brillant.

La véritable encre de Chine, de bonne qualité, se reconnaît aux caractères suivants :

Elle doit avoir une cassure luisante, compacte, bien exempte de bulles.

La densité doit être aussi grande que possible : autant le noir destiné à fabriquer l'encre doit être *léger*, autant l'encre doit être *lourde*, disent les Chinois.

La couleur doit tirer sur le brun, même quand il s'agit d'une encre très vieille (on prétend d'ailleurs que l'encre s'améliore avec le temps). Une teinte grise ou même d'un noir franc est l'indice d'une encre de qualité médiocre.

L'odeur de l'encre n'est pas une indication de bonne qualité ; les Chinois ajoutent un peu de musc ou de camphre de Bornéo pour masquer l'odeur de colle altérée que possède toujours l'encre; mais cette addition n'a aucune importance.

La richesse des ornements dorés ou argentés est un indice plus sérieux; il est clair qu'on se dispense d'appliquer une décoration coûteuse à des produits inférieurs.

L'encre japonaise passe pour être inférieure à celle des Chinois.

Pour le dessin graphique, on se sert beaucoup de l'encre de Chine *liquide* préparée par M. Bourgeois, à Paris, à l'aide d'un procédé tenu secret.

ENCRE A LA NOIX DE GALLE

Cette encre a pour base le *tannate de fer*, souvent mêlé de gallate.

La noix de galle est très riche en *acide tannique* ou *tannin ;* comme cet acide est très soluble dans l'eau, l'infusion de noix de galle est une véritable solution d'acide tannique contenant quelques matières étrangères et notamment de l'acide gallique qui provient du dédoublement du premier acide.

L'infusion de noix de galle donne un précipité d'un noir bleu très intense avec les sels de peroxyde de fer (perchlorure de fer, sulfate de peroxyde, etc.) ; c'est du tannate de fer, mêlé de gallate, car l'acide gallique donne un précipité de même apparence quoique de composition très différente.

Dans un sel de protoxyde de fer, tel que le sulfate de protoxyde (*couperose verte,* bien pure), l'infusion de noix de galle donne un précipité blanc (tannate de protoxyde de fer) qui devient rapidement noir bleu par l'exposition à l'air.

Il résulte de là, que l'encre à la noix de galle a toujours une *réaction acide ;* une partie de l'acide sulfurique est mise en liberté, attaque les plumes métalliques ou le papier (au bout d'un temps suffisamment long), ou enfin l'outremer employé pour l'*azurage* du papier. C'est pourquoi les écritures faites avec cette encre *marquent en blanc jaunâtre* à l'envers des papiers azurés à l'outremer.

Le tannate de fer est insoluble dans l'eau, mais il se dépose très lentement et reste fort longtemps en suspension dans l'eau gommée ; c'est pourquoi l'on ajoute toujours de la gomme à l'encre, de manière à retarder le dépôt du précipité noir, et à donner plus de brillant et de solidité à l'écriture.

On a proposé une quantité de recettes pour la fabrication de l'encre; plusieurs chimistes ou industriels ont pris la peine de les étudier et de les comparer en détail, et sont arrivés à cette conclusion fort simple :

Tous les procédés, même les plus compliqués, peuvent être remplacés par le suivant, fondé sur l'emploi exclusif de trois matières premières :

1° *La noix de galle.* — Elle doit être simplement *concassée* et non *pulvérisée,* car la filtration deviendrait fort difficile. On doit choisir la noix de galle de première qualité.

On fait infuser, pendant vingt-quatre heures, 1 kilogramme de noix de galle dans 14 litres d'eau très pure : eau distillée (provenant de la condensation dans les machines à vapeur), eau de pluie ou eau de rivière bien filtrée.

On fait bouillir le mélange pendant une demi-heure, et on filtre à travers une toile.

2° *La gomme*. — Dans les anciennes recettes, on indique toujours la *gomme arabique ;* mais cette gomme étant devenue chère, on la remplace constamment par la *gomme Sénégal*, qui est d'ailleurs de très bonne qualité.

On fait dissoudre un demi-kilogramme de gomme dans un litre d'eau tiède, qu'on ajoute à la décoction de noix de galle.

3° *Le sulfate de fer*. — Ce sel doit être pur, exempt d'acide en excès. Il est d'un vert bleuâtre fort clair; mais celui du commerce présente souvent, presque toujours même, une teinte plus foncée, atteignant la nuance vert bouteille. Cette coloration est due à la présence d'une certaine quantité d'oxyde de fer magnétique (combinaison de protoxyde et de peroxyde); les acheteurs demandant cette teinte vert foncé, les fabricants de couperose ajoutent souvent un peu d'infusion de noix de galle au moment de la cristallisation ; il se fait un peu de tannate de fer qui fait paraître plus foncé la teinte verte du sulfate de fer pur.

On fait dissoudre un demi-kilogramme de sulfate de fer dans un litre d'eau chaude, on filtre (s'il est nécessaire), et on verse peu à peu cette solution dans le mélange de noix de galle et de gomme.

Il faut avoir soin d'agiter constamment et de conserver la liqueur à l'abri de l'air.

Il est admis, en effet, que l'encre de bonne qualité doit être à peine noire au moment où l'on écrit, et qu'elle doit noircir par le fait de l'oxydation lente au contact de l'air.

L'encre à la noix de galle se couvre promptement de moisissures. On a indiqué plusieurs moyens pour corriger ce défaut : l'addition d'un peu de chlorure de mercure (sublimé corrosif), poison très violent, qu'il ne faut jamais ajouter à l'encre à cause de la mauvaise habitude des enfants et d'autres personnes, de porter la plume à la bouche.

Pour la même raison, on doit rejeter l'oxyde de mercure. Mais on peut ajouter un peu d'acide phénique, ou mieux, d'acide salicylique.

On indique aussi de faire infuser dans l'encre quelques *clous de girofle*, l'essence de girofle ayant la propriété d'empêcher le développement des moisissures. Mais cette essence n'agit que si on l'ajoute en quantité suffisante, ce qui paraît difficile à réaliser par le moyen précédent.

Quand on veut rendre l'encre *communicative*, on y ajoute du sucre et même un peu de glycérine.

Pour faire une *copie*, il suffit d'appliquer sur l'écriture une feuille de papier mince et non collé (papier Joseph), après l'avoir humecté au contact d'un linge humide. En passant à la *presse à copier*, on obtient sur le papier mince une copie suffisamment nette pour qu'on puisse la lire à l'envers du papier.

Ce procédé fort simple et universellement employé permet de tirer plusieurs copies de la même écriture sans l'altérer notablement, si les caractères sont tracés à l'aide d'une plume un peu grosse et de bonne encre communicative.

La recette que nous avons donnée plus haut (ou d'autres analogues) servent à fabriquer l'*encre double*.

L'*encre simple* s'obtient d'une manière semblable, mais en doublant la proportion d'eau.

On a souvent remplacé la noix de galle, en tout ou en partie, par d'autres matières astringentes (sumac, écorce de chêne ou d'aune, extrait de châtaignier, etc.); mais l'économie qu'on réalise est médiocre et l'encre devient de qualité inférieure.

L'encre à la noix de galle, préparée avec tous les soins nécessaires, est d'ailleurs un mauvais produit : elle dépose toujours, elle moisit fort souvent, attaque et empâte les plumes métalliques.

De plus, l'écriture jaunit peu à peu et devient si pâle qu'il est fort difficile de la lire, surtout après quelques siècles.

On parvient à faire reparaître les vieilles écritures en passant sur le papier, à l'aide d'un pinceau, une infusion de noix de galle additionnée d'un peu d'acide chlorhydrique ou une solution de ferrocyanure de potassium également acidulée.

Dans le premier cas, les caractères reparaissent en noir, et, dans le second cas, en bleu foncé.

Mais il faut avoir soin d'essayer d'abord sur une petite partie du manuscrit.

L'encre à la noix de galle se décolore par le chlore ou par une solution de chlorure de chaux ; comme il reste à la place des caractères un peu de peroxyde de fer de couleur jaunâtre, on passe sur l'écriture de l'acide chlorhydrique étendu d'eau, puis de l'eau pure, de manière à dissoudre et enlever toute trace d'oxyde de fer.

L'acide oxalique, le bioxalate de potasse (sel d'oseille) enlève aussi l'encre à la noix de galle, surtout quand on le mélange avec un peu de protochlorure d'étain (sel d'étain) qui réduit le peroxyde de fer et facilite beaucoup l'action de l'acide.

ENCRES AU CAMPÊCHE

Ce sont actuellement les plus employées.

La matière colorante du campêche s'oxyde par les sels de peroxyde de fer, de cuivre, par le chromate de potasse, etc., de manière à former une matière noire (bleu violet très foncé) qui est très stable et qui sert de base à la plupart des teintures en noir ou en gris.

On emploie le bois de campêche en copeaux, qu'on fait bouillir avec de l'eau ; ou bien on se sert d'*extraits de campêche*, solides ou liquides, qui sont actuellement fabriqués sur une grande échelle.

Quand on ajoute à une décoction de campêche une solution de chromate neutre de potasse (chromate jaune), goutte à goutte et en agitant constamment, on obtient une liqueur noire qui tient en suspension une véritable *laque* formée d'une combinaison d'oxyde de chrome avec la matière colorante oxydée.

En effet, si on ajoute une petite quantité d'acide acétique, on sépare un précipité noir qu'on peut recueillir et laver sur un filtre.

Brûlé sur une lame de platine, ce précipité laisse un résidu vert d'oxyde de chrome.

Avec le bichromate de potasse, on obtient des résultats analogues.

C'est un habile chimiste, Runge, qui a donné la première formule pour la préparation de l'encre au campêche.

On fait bouillir 625 grammes de bois de campêche en menus copeaux, avec de l'eau en quantité suffisante pour avoir cinq litres de décoction filtrée.

Après refroidissement, on ajoute 5 grammes de chromate neutre de potasse (chromate jaune) dissous dans une très petite quantité d'eau. L'addition doit être faite goutte à goutte, en agitant constamment.

L'encre peut servir immédiatement. Il ne faut pas ajouter de gomme, car le noir se précipiterait.

Cette encre est d'un très beau noir et n'attaque pas les plumes métalliques.

Elle a le défaut de se prendre quelquefois en masse comme du lait caillé. On peut la rendre fluide en y ajoutant (pour un litre) 25 centigrammes de chlorure de mercure (sublimé corrosif) ; mais nous avons dit que ce composé présente de véritables dangers. Il est possible d'obtenir le même résultat par d'autres réactifs non vénéneux.

Avec l'acétate de fer, le sulfate de cuivre, etc., le campêche donne aussi de très beaux noirs.

Le mélange employé pour *mettre au noir* les bois de diverses natures consiste en extrait liquide de campêche, additionné d'acétate de fer brut (*pyrolignite de fer* ou *bouillon noir* des teinturiers).

La liqueur est à peine colorée ; comme elle contient un excès d'acide acétique, elle pénètre facilement les bois les plus durs (chêne, hêtre, frêne) à plusieurs millimètres de profondeur. Sous l'influence de l'air, le fer se peroxyde de plus en plus, ainsi que la matière colorante du campêche, et le bois se colore en noir foncé.

Les bois blancs *prennent* le noir bien moins facilement que les bois durs.

On fabrique souvent des encres au campêche en ajoutant de l'acétate de fer ou du sulfate de cuivre à une décoction de campêche.

Souvent même, pour les encres tout à fait inférieures destinées aux écoles primaires, on emploie les bains épuisés des teintures en noir au campêche.

Ces encres ne sont pas très foncées, mais elles coulent bien du bec de la plume et suffisent pour les exercices d'écriture et des devoirs courants.

Les mêmes eaux, chargées de nouvelles quantités d'extrait de campêche et de sulfate de cuivre ou de bichromate de potasse, servent aussi pour les encres commerciales très communes.

On distingue immédiatement une encre au campêche d'une encre à la noix de galle par la propriété qu'elle possède de se colorer en rouge rose très vif sous l'action de l'acide chlorhydrique.

Ces encres sont facilement détruites par le chlore et les chlorures décolorants.

ENCRES NOIRES DIVERSES

Parmi les nombreuses encres noires ou devenant noires par l'exposition à l'air, il faut distinguer l'*encre nouvelle* de M. Mathieu Plessy. La formule de cette encre n'a pas été publiée; on assure qu'elle contient de l'acide pyrogallique, des extraits d'oseille et de bois rouge, etc.; mais aucune analyse exacte n'a été faite. Cette encre est très fluide, d'un beau noir; elle est très employée.

On a souvent proposé des encres à l'état solide, faciles à transporter, par conséquent; c'est ainsi qu'on peut faire un mélange intime, à l'état de poudres sèches, de noix de galle, de gomme et de sulfate de fer; on peut même comprimer ce mélange de façon à former des pastilles ou tablettes qu'il suffit de délayer dans de l'eau chaude pour avoir de l'encre. Mais ce genre de fabrication s'est très peu développé.

Quant aux sucs végétaux employés comme encre par certaines populations, ce sont des matières d'un violet ou d'un brun très foncé, plutôt que des matières noires; elles ne présentent pas d'intérêt au point de vue industriel.

Il en est de même pour certaines encres proposées par les chimistes : telle est l'*encre au vanadium* indiquée par Berzélius.

D'après Bœttger, on obtient une très belle encre de ce genre en ajoutant de l'acide pyrogallique à un mélange d'eau gommée et de *vanadate neutre d'ammoniaque*.

Le vanadium est assez répandu dans la nature pour qu'on puisse l'employer en grand : toutefois il est encore d'un prix trop élevé pour qu'on pense à l'appliquer à la fabrication d'un produit aussi vulgaire que l'encre à écrire.

ENCRES DE COULEURS

Toutes les couleurs (et même les *bronzes-couleurs*) peuvent servir comme encres, quand on les délaie avec de l'eau gommée.

C'est ainsi qu'on obtient des encres d'or, d'argent, etc., en délayant de l'or en coquilles avec de l'eau pure.

Ces encres ont le défaut de *déposer* assez rapidement : de plus, il faut les préparer au moment de l'emploi.

Il est bien préférable d'employer des encres liquides préparées d'avance, qui ne soient pas sujettes à déposer.

Actuellement, les couleurs d'aniline et autres couleurs artificielles sont très usitées comme encres colorées (pour réglage de registres, etc.).

Il suffit de choisir les couleurs solubles dans l'eau et aussi résistantes que possible à l'action de la lumière.

Pour l'encre rouge, on emploie la *fuchsine* (ou *rosaniline*), d'un rose un peu violet, très fugace; la *safranine*, d'un très joli rose, beaucoup plus solide; l'*éosine*, de qualités à peu près équivalentes; les *ponceaux d'aniline* (ou plus exactement de *xylidine*), qui sont très solides.

L'encre rouge au carmin est encore très usitée pour les travaux d'architecture.

On la prépare en dissolvant du carmin de cochenille (1[re] qualité, n° 40) dans de l'ammoniaque ajoutée en quantité suffisante, ou plutôt en très léger excès. On laisse évaporer à l'air dans un vase plat, une assiette, par exemple. Quand l'odeur d'ammoniaque a disparu complètement, on ajoute une très petite quantité d'eau et on obtient une liqueur limpide qui se conserve parfaitement sans tourner au violet et sans donner de dépôt.

On emploie encore des encres fabriquées avec les bois rouges, qui sont peu solides et pas aussi belles que l'encre au carmin : ces encres suffisent pour les papiers réglés très communs.

Voici une des formules les plus connues :

On fait bouillir avec de l'eau de pluie (ou mieux de l'eau distillée) 125 grammes de bois de Pernambuco avec 30 grammes de bitartrate de potasse et autant d'alun.

On ajoute à cette décoction 30 grammes de gomme Sénégal et 30 grammes de sucre.

Cette encre se conserve très bien à l'abri du contact de l'air.

Pour les encres bleues, on se sert des bleus d'aniline, quelquefois du carmin d'indigo en solution dans l'*eau distillée*, car l'eau ordinaire précipite le carmin d'indigo.

Mais, le plus souvent, les encres bleues communes ont pour base la solution du bleu de Prusse dans l'acide oxalique. Cette liqueur est d'un très beau bleu, mais elle est fortement acide; elle attaque les plumes métalliques et même le papier; de plus, l'azurage à l'outremer est détruit par l'acide oxalique, de sorte que les caractères apparaissent à l'envers en blanc jaunâtre.

Le bleu de Prusse doit être bien purifié par un traitement aux acides: on peut employer aussi le bleu de Paris (de France ou de Berlin) préparé en traitant les sels de protoxyde de fer par le ferricyanure de potassium.

Voici d'ailleurs les proportions indiquées :

Avec du bleu de Paris bien purifié, il suffit d'une solution d'un gramme d'acide oxalique cristallisé dans 350 grammes d'eau. Cette solution ne dissout guère que 1 p. 100 de bleu, ce qui est suffisant pour donner une forte coloration. La quantité de bleu dissous n'augmenterait pas avec la proportion d'acide oxalique, et l'encre deviendrait beaucoup plus destructive.

Pour le bleu de Prusse ordinaire, lavé aux acides, on compte 1 gramme d'acide oxalique pour 6 grammes de bleu, si l'on veut obtenir une solution concentrée.

Il est nécessaire d'ajouter de la gomme et même une petite quantité de sucre pour donner à l'encre un brillant suffisant.

On a fait entrer l'encre au bleu de Prusse dans la composition de différents *fluides bleus* employés comme encres à écrire; il suffit d'ajouter du campêche et du sulfate de cuivre, ou de la noix de galle et de l'acétate de fer.

Ces encres noircissent par l'exposition à l'air; mais elles sont toujours acides, et cet inconvénient n'est compensé par aucun avantage bien important.

Enfin le *bleu de Prusse soluble* préparé en précipitant par le ferrocyanure de

potassium l'iodure de fer avec excès d'iode, peut donner une belle encre bleue, *à réaction neutre*, quand on le fait dissoudre dans l'eau pure.

Les meilleures *encres violettes* se font avec les violets d'aniline en solution aqueuse : certains de ces violets sont assez stables pour donner une très bonne encre d'un violet foncé, presque noir, qui coule très bien et n'attaque pas les plumes métalliques. Cette encre est facilement rendue *communicative*. Il ne faut pas l'employer pour des écritures destinées à subir l'action du plein soleil ; mais elle se conserve indéfiniment à l'abri de cette influence.

C'est avec cette encre qu'on exécute les *autocopies*, *multicopies*, etc.

On verse, dans un plateau de fer-blanc muni d'un rebord, une solution de 5 p. 100 de gélatine blanche dans de l'eau chaude.

Cette solution se prend en masse par le refroidissement et présente une surface très unie, molle et un peu élastique.

On écrit sur une feuille de papier avec de l'encre au violet d'aniline très concentrée.

Quand l'écriture est bien sèche, on applique la feuille (du côté écrit) sur la masse de gélatine : en appuyant légèrement, l'encre violette quitte le papier et se fixe sur la gélatine. On relève la feuille, et pour obtenir des copies il suffit d'appliquer une feuille de papier légèrement humide à la surface de la couche molle qui cède une petite quantité d'encre.

On peut ainsi tirer jusqu'à cinquante copies bien lisibles, d'un seul écrit.

On lave ensuite avec une fine éponge et un peu d'eau tiède la surface de la gélatine qu'on peut faire fondre pour une nouvelle opération.

On employait autrefois des encres violettes à l'orseille, au campêche, etc. ; mais ces produits sont bien inférieurs au violet d'aniline.

Les *encres jaunes* sont d'un usage très rare : on les prépare avec les magnifiques jaunes d'aniline, bien supérieurs aux anciennes couleurs.

Il en est de même pour les *encres vertes*.

Enfin on peut aussi employer comme encre la solution de *bleu-noir* d'aniline (noir Colin, noir Coupier), qui reste en solution aqueuse sans précipiter, et qui est suffisamment stable.

ENCRES SPÉCIALES

1° *Encres à écrire sur les métaux.*

La surface du métal doit être légèrement *grenée* (avec du sable fin ou un peu de papier d'émeri) si l'on tient à écrire nettement sans que l'encre coule d'une façon irrégulière.

De plus, la surface des métaux est souvent *grasse* et ne se laisse pas mouiller facilement ; il est nécessaire de *dégraisser* la surface en la frottant avec de la craie très fine délayée avec un peu d'eau, puis avec un chiffon imprégné de craie sèche.

Le zinc en feuilles très minces est fort souvent employé pour les étiquettes des plantes.

On écrit sur le zinc avec la préparation suivante, due à Braconnot et par conséquent déjà ancienne.

On broie sur une glace 10 grammes de vert de gris tamisé avec 20 *grammes* de sel ammoniac et 5 de noir de fumée (purifié à l'acide sulfurique). On ajoute assez d'eau pour que la quantité employée soit en tout égale à 100 grammes.

Avant d'écrire, on a soin d'agiter le liquide.

Au bout de quelques jours, l'encre est devenue très solide et très adhérente : elle résiste fort bien à la pluie.

On peut aussi écrire sur le zinc avec une solution de chlorate de cuivre qui donne immédiatement sur le zinc des caractères noirs très foncés et adhérents au point qu'on peut tout de suite laver et sécher la feuille de zinc (M. Pusher). Les plumes métalliques peuvent servir sans inconvénient.

On a proposé aussi le chlorure de platine mêlé d'eau gommée : les caractères doivent être tracés avec une plume d'oie. Ils prennent immédiatement un ton noir foncé dû à la production du noir de platine, qui reste adhérent à la surface du zinc (M. Bœttger).

Pour écrire sur le fer-blanc, on fait usage d'une solution de 1 gramme de cuivre dans 10 grammes d'acide nitrique étendu de son poids d'eau.

2° *Encres délébiles pour les vignettes des papiers pour titres.*

Ce sont des encres à base d'extrait de bois rouge (ou autres *fausses couleurs*) qu'on délaie avec de la *gomme* et *un peu de glycérine*. Aussitôt que le faussaire essaie le *lavage* des titres, comme ces vignettes disparaissent immédiatement dans l'eau, tandis que les autres impressions faites à l'encre grasse restent inaltérées, le titre conserve la trace très visible du travail du faussaire.

On suit encore quelques autres recettes particulières pour les vignettes de sûreté, que l'on garde secrètes autant qu'il est possible.

3° *Encres indélébiles pour marquer le linge.*

Les plus employées sont à base de nitrate d'argent.

On verse un léger excès d'ammoniaque dans une solution de nitrate d'argent, de manière à dissoudre le précipité qui s'est d'abord fermé.

On ajoute ensuite de l'eau gommée de manière à obtenir une consistance suffisante pour écrire ou imprimer des caractères.

Dans la partie qui doit recevoir la marque, le linge est apprêté avec de l'empois additionné d'un peu de carbonate de soude : on y passe un fer à repasser, de façon que la surface soit bien unie. Les marques se font à l'aide d'une plume d'oie ou d'un cachet de bois gravé en relief : dans ce cas, on prend de l'encre sur un tampon.

Par l'exposition à la lumière, les caractères ainsi tracés deviennent d'un noir foncé et résistent très bien aux lessives.

L'addition de l'ammoniaque n'est pas absolument nécessaire, le carbonate de soude ajouté à l'empois suffit pour neutraliser l'acide nitrique, mais la liqueur

ammoniacale peut servir pour des plumes métalliques qui seraient attaquées par le nitrate d'argent neutre.

On prépare aussi des encres au nitrate d'argent qui peuvent s'appliquer en une seule opération, ce qui est plus expéditif.

Ces encres sont suffisamment gommées pour qu'elles ne s'étendent pas trop sur le linge : on y ajoute du noir de fumée ou de l'encre de Chine pour qu'on puisse suivre le travail, car il n'est pas possible d'imprimer avec une encre incolore.

Voici l'une des formules les plus employées :

Nitrate d'argent	30	grammes.
Gomme arabique	30	—
Eau distillée	125	—
Encre de Chine (ou noir de fumée purifié)	8	—

Les matières sont intimement mélangées : on a fait d'abord dissoudre la gomme dans une partie de l'eau chauffée; on délaie le noir et on ajoute en dernier lieu le nitrate d'argent dissous dans le reste de l'eau; mais cette addition ne doit se faire qu'après le refroidissement de l'eau gommée.

On introduit assez souvent du sulfate ou du nitrate de cuivre ammoniacal dans l'encre au nitrate d'argent.

Quand on imprègne le linge d'un empois mêlé de protochlorure d'étain (sel d'étain) et qu'on écrit ou qu'on imprime avec une solution de chlorure d'or (additionné de bichlorure d'étain), on obtient des marques indélébiles d'un violet pourpre foncé (pourpre de Cassius). Mais ce genre de marques est d'un prix beaucoup trop élevé.

On pourrait remplacer le chlorure d'or par le chlorure de platine, qui est moins cher et donne des caractères d'un pourpre foncé, mais le nitrate d'argent est plus économique et donne d'aussi bons résultats.

Dans les fabriques, on marque les pièces avec des *estampilles* (sorte de cachets) qui servent à imprimer des couleurs délayées au vernis gras ; souvent même on se contente de couleurs apprêtées à la gomme ou à la fécule, car il n'est pas nécessaire que les marques résistent au lavage.

Quand on veut estampiller sur coton des marques résistant aux opérations ordinaires de blanchiment, on emploie différents procédés : par exemple, on imprime un sel de fer qui donne des marques de rouille très résistantes.

4° *Encres sympathiques.*

L'emploi des encres sympathiques était connu des anciens.

On écrivait, avec du lait, des caractères qui restaient invisibles, mais qu'on pouvait mettre immédiatement en évidence à l'aide de poudre de charbon passée légèrement sur l'écriture. Ovide indique ce moyen de correspondance secrète comme un procédé bien connu de son temps.

Avec les progrès de la chimie, les encres sympathiques sont devenues fort nombreuses : nous citerons seulement les plus intéressantes.

Le chlorure de cobalt est rose en solution étendue, les caractères tracés avec

cette solution paraissent même incolores; mais ils deviennent bleus aussitôt qu'on chauffe, parce que le chlorure devient anhydre. Sous l'influence de l'humidité, les caractères disparaissent de nouveau. On s'est servi de cette propriété, non seulement pour faire une encre sympathique, mais pour confectionner des fleurs qui paraissent roses ou incolores quand le temps est humide et deviennent bleues dans un air sec.

Le chlorure de nickel est presque incolore en solution étendue et devient vert quand on le chauffe : cette propriété sert de base à la préparation d'une encre sympathique de couleur verte.

Quant aux écritures tracées avec un liquide incolore qui deviennent visibles sous l'action d'un réactif, elles sont innombrables ; par exemple :

En écrivant avec une solution d'acétate de plomb sur du papier blanc, les caractères deviennent noirs ou brun foncé sous l'influence des vapeurs sulfureuses ou du sulfhydrate d'ammoniaque.

Des caractères tracés avec du ferrocyanure de potassium apparaissent en bleu quand on plonge le papier dans une solution étendue de perchlorure de fer; en brun marron dans une solution de sulfate de cuivre, etc.

Si un papier est imprégné d'une solution faible de noix de galle et bien séché, il conserve à peine une teinte un peu jaunâtre.

En écrivant sur ce papier avec une solution d'acétate de fer épaissie à la gomme, on obtient immédiatement des caractères noirs.

On a préparé des papiers recouverts d'un mélange bien sec de noix de galle pulvérisée, gomme arabique et sulfate de fer bien desséché. Des caractères tracés avec de l'eau pure apparaissent immédiatement en noir.

On pourrait multiplier les exemples pour ainsi dire indéfiniment.

Citons seulement un résultat curieux obtenu par M. Merget en 1872.

Les sels d'or, de platine, de palladium, se réduisent très facilement sous l'influence des vapeurs mercurielles.

Un papier imprégné de chlorure de platine, par exemple, se colore fortement en noir quand on l'expose aux vapeurs de mercure, même à la température ordinaire; mais la réaction se fait plus promptement sous l'influence de la chaleur.

On peut appliquer ce procédé à la préparation d'encres sympathiques, de marques indélébiles sur le linge, etc. Il faut se tenir en garde contre les vapeurs mercurielles qui sont très vénéneuses.

CIRAGES

Braconnot, fort habile chimiste, d'un esprit très ingénieux, n'a pas dédaigné de s'occuper de l'analyse des cirages commerciaux, et des moyens de les fabriquer.

Autrefois (et jusqu'au commencement de ce siècle), on n'employait pour cirage que du noir de fumée délayé avec du blanc d'œuf, lequel formait, en se desséchant, une pellicule d'un vernis assez brillant.

Mais ce cirage ne résistait pas à l'eau; il était d'un prix assez élevé, il se fendillait en séchant et fermentait en exhalant une odeur insupportable.

Depuis soixante ans, le blanc d'œuf est abandonné, et le noir de fumée est complètement remplacé par le noir d'ivoire (ou plutôt le noir d'os) en poudre impalpable.

Braconnot reconnut dans les différents cirages qu'il analysa et qui étaient de bonne qualité :

Du noir d'os, du sulfate de chaux, de l'acide sulfurique en excès (quelquefois); une huile grasse, une essence destinée à donner de l'odeur; enfin un extrait sucré contenant de la dextrine qui lui parut identique à celui que donne l'orge germée.

D'après ces indications, il indique la recette suivante qui donne, dit-il, de très bons résultats :

On fait infuser dans de l'eau presque bouillante 500 grammes d'orge germée moulue (c'est-à-dire de *malt*) : on filtre et on délaie dans l'infusion 250 grammes de noir d'ivoire en poudre impalpable ou même de noir de fumée, plus 1 kilogramme de plâtre en poudre très fine. On peut d'ailleurs remplacer le plâtre par de l'argile fine.

Le mélange est évaporé à consistance de sirop; on incorpore alors 50 grammes d'huile d'olive et enfin quelques gouttes d'une essence quelconque.

La composition précédente reste à l'état pâteux et s'étale aisément sous l'action de la brosse.

Payen s'est occupé de la même question. Il a indiqué la préparation d'un cirage liquide, à l'aide d'un mélange de noir d'os impalpable (additionné d'acide chlorhydrique) et de fécule de pommes de terre saccharifiée par l'acide sulfurique.

On se demande pourquoi l'on ajoute, dans la plupart des recettes, de l'acide sulfurique ou chlorhydrique en même temps que le noir animal.

Cette addition n'a pas grand inconvénient; si l'acide n'est pas en grand excès, il est saturé par le carbonate de chaux que contient toujours le noir d'os : c'est ce que prouve d'ailleurs l'effervescence (ou bouillonnement) causée par le dégagement d'acide carbonique.

Mais, si l'acide est en excès, le cuir peut être attaqué, et il vaudrait mieux ne pas employer d'acide, surtout d'acide sulfurique.

On peut fabriquer du cirage de très bonne qualité, en broyant du noir d'os impalpable avec de la mélasse additionnée d'eau en quantité convenable; puis ajoutant une faible portion d'huile d'olive ou d'huile de lin qui doit être incorporée très intimement.

La gomme, qu'on emploie quelquefois, n'est pas nécessaire quand on fait usage de la mélasse qui suffit bien pour donner le brillant.

On remplace aussi la mélasse par le sirop de fécule.

A titre de curiosité, on a cité une recette assez compliquée, qu'on assure être celle du célèbre fabricant de cirage anglais Hunt, membre du Parlement, et dix fois millionnaire.

Il nous semble difficile d'admettre que ce fabricant ait publié son procédé; on remarque toutefois, dans la recette qui porte son nom, l'addition du bleu de

Prusse au noir et l'introduction d'une petite quantité de cire qu'on fait fondre avec l'huile.

On retrouve d'ailleurs ces additions dans d'autres recettes; de plus, les cirages liquides sont allongés avec de la bière, du vinaigre, etc.

Quant aux cirages dits *anglais* pour cuirs jaunes, selles, harnais, etc., ils consistent le plus souvent en une solution de cire dans l'essence de térébenthine mélangée avec du sérum du sang ou du petit-lait, réduits par l'évaporation à la moitié de leur volume.

On ajoute aussi à ce mélange de l'acide sulfurique et de l'acide chlorhydrique dont l'utilité ne semble pas démontrée; au contraire, la présence des acides (même en léger excès) peut déterminer l'altération du cuir et surtout du fil servant à coudre les harnais.

COULEURS VITRIFIABLES

HISTORIQUE

Dans chaque pays, l'emploi des couleurs vitrifiables remonte aux premiers âges de la civilisation. Les anciens Égyptiens, les Chinois, faisaient usage de verres et d'émaux colorés bien longtemps avant l'ère chrétienne.

Toutefois, la peinture en couleurs vitrifiables ne se constitua régulièrement en Europe qu'à partir du XVIe siècle. Les célèbres vitraux des XIIe et XIIIe siècles ne sont pas de véritables peintures.

Il est arrivé de nos jours au plus haut degré de perfection ; nos artistes peuvent disposer d'une foule de moyens inconnus des âges précédents; et, si leurs œuvres prêtent à la critique, ce n'est pas au point de vue des procédés matériels.

PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES

L'illustre chimiste Dumas a comparé fort justement la peinture en couleurs vitrifiables à la peinture à l'huile; au lieu de délayer les couleurs avec une matière liquide à la température ordinaire, on les mélange avec des composés qui deviennent liquides à la température rouge.

Le résultat obtenu est donc analogue à celui que donne la peinture à l'huile; mais l'artiste est obligé de prévoir les effets de l'action de la chaleur sur les couleurs qu'il emploie. Les nuances sont modifiées très souvent d'une manière complète; les *roses* et les *carmins* sont d'un violet sale avant la cuisson.

Il faut distinguer deux espèces de couleurs vitrifiables :

1° *Les verres et émaux colorés.*

On désigne sous le nom d'*émail* un verre dont la transparence est diminuée

ou même supprimée par l'*interposition* d'une *matière opaque*, laquelle doit être infusible à la température de fusion du verre dont il s'agit.

2° *Les couleurs vitrifiables proprement dites.*

Ce sont des matières infusibles à la température où l'on doit cuire les objets peints, délayées avec des *fondants* ou verres fusibles à cette même température.

Un exemple fera comprendre la différence profonde qui existe entre ces deux espèces de couleur.

Soit du bleu de cobalt ordinaire (aluminate de cobalt avec excès d'alumine) ; on le mélange avec un fondant et on l'applique sur de la porcelaine ; en cuisant à une température modérée, juste suffisante pour liquéfier le fondant, on obtient un beau bleu simplement *attaché* par le fondant à la surface de la pièce.

C'est une couleur de la deuxième espèce.

Mais supposons que la pièce soit passée *au grand feu* (feu de cuisson de la porcelaine) ; l'alumine et l'oxyde de cobalt se combineront avec les éléments qui constituent la *couverte* ou *vernis* de la porcelaine ; il se formera un silicate multiple contenant de l'oxyde de cobalt, sorte de verre bleu violacé qui fera corps avec la couverte et sera très différent du bleu obtenu dans le premier cas.

C'est du *bleu de grand feu*, couleur se rattachant à la première espèce.

Quand il s'agit de peindre des verres ou des poteries à couvertes fusibles, on peut employer comme couleurs des verres ou émaux très fusibles.

C'est ainsi que les Chinois décorent leur porcelaine (dont la couverte est plus fusible que celle de la nôtre) avec des couleurs de ce genre employées d'ordinaire en grande épaisseur. Ils obtiennent ainsi des effets artistiques fort remarquables avec des verres ou émaux très peu colorés.

Mais les couleurs chinoises *écaillent* quand on les applique sur notre porcelaine, car elles ne se lient pas intimement avec la couverte et n'en suivent point la dilatation.

Inversement, nos couleurs se *comportent mal sur* les porcelaines chinoises, car le fondant s'absorbe par la couverte fusible et la couleur ne *glace* que très imparfaitement ; elle paraît le plus souvent mate et les peintures semblent *embues* comme certaines peintures à l'huile faites sur des toiles trop absorbantes.

Pour chaque espèce de verre ou de poterie, il est donc nécessaire d'étudier les fondants à employer pour les couleurs ; il faut que l'adhérence soit aussi grande que possible et que la dilatation de la couleur soit exactement la même que celle de la couverte.

MODE D'EMPLOI

Les couleurs sont très finement broyées à l'eau, sur une glace, à l'aide d'une molette de verre. On *relève* les couleurs à l'aide d'un couteau à palette d'acier pour les couleurs ordinaires ; de corne ou d'ivoire pour les couleurs délicates. Il faut d'ailleurs relever la couleur, plutôt par l'action de la molette qu'au moyen du couteau, car le fer provenant de l'usure du couteau d'acier altère la plupart des couleurs ; et la corne ou l'ivoire ne sont pas dépourvues d'action sur certaines nuances, notamment sur les carmins et pourpres d'or.

La couleur bien séchée doit être broyée de nouveau avec de l'essence de térébenthine parfaitement rectifiée et bien exempte d'humidité.

On ajoute souvent quelques gouttes d'*essence grasse;* c'est de l'essence de térébenthine qu'on a laissée au contact de l'air pendant quelque temps.

Cette addition rend la couleur plus *tenace*, moins *coulante;* mais il faut bien se garder d'en abuser. Certaines couleurs, notamment le *blanc fixe*, *bouillonnent* très facilement sous l'influence d'un excès d'essence grasse.

Nous croyons que ce bouillonnement doit s'expliquer ainsi qu'il suit:

L'essence grasse contient des matières résineuses produites par l'oxydation; ces matières sont beaucoup moins volatiles que l'essence rectifiée.

Il en résulte qu'une couleur très fusible (telle que le blanc fixe) sera déjà fondue et formera une pellicule assez résistante quand les matières résineuses ne seront pas encore complètement volatilisées ou décomposées par la chaleur.

La couleur fondue sera donc traversée par des bulles de gaz; de là le bouillonnement.

Pour maintenir les couleurs à l'état fluide, on ajoute de l'essence de lavande bien rectifiée; on doit préférer l'essence de *fleurs de lavande*, à l'usage de la parfumerie, bien qu'elle soit d'un prix plus élevé.

L'emploi de cette essence est indispensable quand il s'agit de faire des *fonds;* la couleur est appliquée au pinceau sur toute la surface du fond: on l'unit en la frappant légèrement, d'une façon bien uniforme, à l'aide d'un *blaireau* ou *putois* sorte de pinceau dont la tête est bien plane au lieu d'être pointue comme celle des pinceaux ordinaires.

On croit généralement que les émanations d'essence de térébenthine sont dangereuses pour la santé; nous pensons que les faits sont contraires à cette opinion.

Dans un atelier de peinture sur porcelaine, occupant plus de vingt personnes, on n'a observé qu'un seul cas de maladie, *pendant vingt-cinq ans;* un peintre fort habile fut obligé de renoncer à sa profession, à cause des vapeurs d'essence auxquelles il ne put s'habituer.

Ce fait isolé n'a rien de fort extraordinaire; certaines personnes ne peuvent manier de la résine ou des bois résineux sans être sérieusement malades.

On peut d'ailleurs appliquer les couleurs vitrifiables en les délayant à l'eau gommée ou à l'eau contenant un peu de gélatine: c'est ce que font les Chinois. Mais les couleurs ainsi appliquées se détachent par le moindre frottement ou s'enlèvent en écailles pendant les retouches; de plus, certaines couleurs contenant du borax sont altérées par l'eau; pour ces divers motifs, on préfère l'emploi de l'essence.

Pour dessiner sur le verre ou sur la porcelaine, il suffit de passer à la surface un peu d'essence de térébenthine, qui devient *grasse* en séchant; elle forme un vernis qui *happe* très bien le crayon ordinaire (dit improprement *mine de plomb*) ou le crayon à dessin. On peut aussi dessiner directement, sans préparation, à l'aide d'un crayon lithographique.

On applique souvent les couleurs par voie d'impression et de report; on se sert de l'impression en taille-douce ou de la chromolithographie, bien que ce genre d'impression fournisse des couleurs beaucoup moins *nourries* que celles de la taille-douce (voir plus haut, page 195).

La première couleur étant imprimée sur l'épreuve à l'aide d'un vernis gras, on *poudre* l'impression (avant qu'elle soit sèche) avec la même couleur réduite en poudre fine. Après dessiccation, on imprime la seconde couleur (en repérant bien exactement); on poudre cette nouvelle impression avec la même couleur et ainsi de suite. Enfin, on reporte l'épreuve sur la pièce de porcelaine et on passe au feu.

Pour certains effets tout particuliers, on imprime sur papier mince, et on reporte sur le verre ou la poterie des vernis gras ou *mordants* que l'on poudre avec des couleurs vitrifiables. Pendant la cuisson, le mordant se brûle et la couleur reste fixée snr la pièce.

C'est par un procédé analogue qu'on obtient les *photographies vitrifiées,* sur verre ou sur émail.

CUISSON DES COULEURS VITRIFIABLES

Cette opération s'exécute dans des fours de terre réfractaire, sortes de boîtes exactement fermées, désignées sous le nom de *mouffles*. Les praticiens mettent ce nom au féminin; le *Dictionnaire de l'Académie* ayant adopté le masculin, et cette opinion étant suivie par un grand nombre d'auteurs, nous dirons *un mouffle* pour désigner un fourneau à cuire les couleurs vitrifiables, réservant le genre féminin pour les *mouffles* (combinaisons de poulies) employées en mécanique.

Les objets peints doivent d'abord être soumis à une dessiccation complète, qui s'opère dans des étuves spéciales, quand il s'agit d'ateliers importants.

Pour les peintures sur verre, on se sert le plus souvent de mouffles de fonte; car la cuisson se fait à une température relativement modérée. On chauffe souvent à la bouille.

Pour la porcelaine, on emploie toujours des mouffles de terre réfractaire fabriquées avec le plus grand soin et chauffées extérieurement à la flamme du bois de tremble ou de bouleau parfaitement sec.

La porte du mouffle doit être lutée bien exactement avec de l'argile. Aucun gaz étranger ne doit pénétrer dans l'intérieur. Toutefois, comme la terre est toujours un peu poreuse et laisse passer quelques-uns des produits de la combustion, on ne doit jamais placer les peintures délicates contre les parois du mouffle; on a soin d'interposer quelques ardoises (déjà cuites) ou des plaques minces de porcelaine formant écran.

Les fentes, qui se produisent assez souvent dans les parois des mouffles, doivent être exactement remplies par un mélange de terre à porcelaine (ou *kaolin*) et d'un peu de *fondant rocaille* (voir plus loin). On peut même rattacher les mouffles avec du fil de fer, en recouvrant les attaches avec de la terre réfractaire, afin de les empêcher de brûler.

Il arrive quelquefois que les porcelaines peintes *poussent au noir* ou *au gris* dans les parties qui doivent rester blanches, surtout quand ces parties ne sont pas recouvertes d'émail. Ce défaut provient de ce que ces pièces ont été longtemps tenues entre les mains, et que des matières organiques étrangères ont

pénétré dans les pores de la porcelaine. A la cuisson, ces matières abandonnent un faible résidu de charbon qui reste fixé d'une manière indélébile à une assez grande profondeur.

Pour juger du degré de cuisson, on introduit des *montres* par un tuyau partant du centre de la porte.

Une montre est un petit morceau de porcelaine sur lequel on pose au pinceau du carmin et de l'or, et qu'on attache au bout d'un fort fil de fer, de manière à pouvoir le retirer à volonté.

D'après la teinte du carmin et l'aspect que présente l'or sous le brunissoir, un ouvrier habile reconnaît si la température est arrivée au point convenable.

Aussitôt arrivé un peu *au-dessous* de ce point, il faut se hâter de *débraiser* et de fermer les ouvertures ; car la montre donne la température de l'intérieur du mouffle, et les parois sont nécessairement à une température un peu plus élevée.

C'est le seul moyen d'éviter les coups de feu.

Voici les indications données par les montres à la manufacture de Sèvres, avec les températures correspondantes. Ce procédé donne des résultats bien plus précis que l'ancienne méthode, qui consistait à évaluer la température par la coloration de l'intérieur du mouffle : *rouge sombre*, *rouge cerise*, etc.

Pour évaluer la température de certains foyers (métallurgiques ou autres), on emploie avec beaucoup d'avantage des montres pour porcelaine, enfermées dans des creusets bien lutés; on consulte le tableau suivant, dû à Salvétat, chimiste distingué de la manufacture de Sèvres.

Dénomination des feux.	État du carmin.	Degrés centigrades.
Feu d'or sur fonds tendres.	Rouge brun sale, briqueté, à peine glacé	620
Feu de 2e retouche	Rouge un peu briqueté.	800
Feu de 1re retouche.	Rose dans les minces, un peu briqueté dans les épaisseurs. . . .	800
Feu de peinture ordinaire (dite *tendre*).	Rose purpurin.	900
Feu d'or sur blanc	Rose tirant sur le violâtre.	820
Feu de garniture d'assiettes, en filet or.	Ton violacé.	950
Feu de couleur dure	Ton violacé pâle.	950
Feu d'or mat.	Ton rose entièrement disparu, et ton violacé presque entièrement.	1,000 (Fusion de l'argent.)

La cuisson doit être suivie d'un refroidissement très lent : c'est le seul moyen d'éviter que les couleurs *écaillent*. Pour les dorures, il n'est pas nécessaire de prendre autant de précautions.

Les peintures sur porcelaine sont cuites *à plusieurs feux*, de sorte qu'à chaque feu il est possible de retoucher les parties qui ne sont pas bien venues ou qui ont écaillé. Quelquefois il est nécessaire d'enlever certain détail à l'aide d'un pinceau trempé dans de l'acide fluorhydrique. Après un enlevage de ce genre, la surface paraît mate; mais en rappliquant une couleur avec une dose suffisante de fondant, le *glacé* reparaît.

Il ne faut pas oublier que l'acide fluorhydrique est fort dangereux à manier ; la moindre tache sur la peau donne lieu à des accidents sérieux.

Les feux successifs doivent être donnés à des températures de moins en moins élevées, les dernières retouches étant faites avec des couleurs bien plus fusibles que les premières.

On pourrait très bien cuire les couleurs vitrifiables dans des mouffles chauffés au gaz; mais, à Paris, le prix de ce combustible est beaucoup trop élevé pour qu'on puisse l'appliquer, sinon à la cuisson des peintures de très grande valeur.

CLASSIFICATION DES COULEURS VITRIFIABLES

1° *Couleurs de grand feu.*

On désigne sous ce nom des couleurs qui résistent aux plus hautes températures qu'on puisse produire dans les fourneaux; ce qui correspond à 1,400 ou 1,500°, température de cuisson de la porcelaine dure.

On ne peut employer les couleurs de grand feu que sur la porcelaine dure ou le grès-cérame.

Elles sont d'ailleurs en nombre très limité.

La plus importante, c'est le *bleu de grand feu* (bleu de cobalt), qui depuis longtemps est très bien fabriqué à Sèvres.

Le point essentiel, c'est d'avoir de l'oxyde de cobalt chimiquement pur, surtout exempt de fer, de nickel, de cuivre et d'arsenic.

Il faut donc commencer par purifier l'oxyde de cobalt du commerce, l'oxyde noir anglais, par exemple, en suivant les procédés bien connus des chimistes.

L'oxyde anglais peut même être employé sans purification, car il ne contient pas de matières nuisibles.

Pour obtenir le bleu de grand feu le mieux réussi, Salvétat indique un mélange de 14 parties d'oxyde de cobalt purifié et de 86 parties de *pegmatite* réduite en poudre impalpable; cette pegmatite (mélange naturel de quartz et de feldspath) sert de fondant au grand feu, car elle n'entre en fusion qu'à la température de cuisson de la porcelaine. En réalité, le bleu de grand feu n'est autre chose qu'un verre coloré en bleu, fusible seulement à l'aide d'une forte chaleur, et très adhérent à la couverte de la porcelaine qu'il pénètre jusqu'à une certaine profondeur; par la raison que la couverte de la porcelaine est elle-même à base de pegmatite, et se ramollit en même temps que le verre bleu.

Le mélange des deux matières est *fritté* à une température qui ne doit pas être trop élevée, c'est-à-dire qu'on le chauffe jusqu'au point de le ramollir légèrement.

On réduit ensuite en poudre fine, on délaie avec de l'essence de térébenthine, additionnée d'essence de lavande, et on applique sur la porcelaine déjà cuite qu'on repasse au grand feu. Quelquefois même on applique le bleu sur la porcelaine crue, ou plutôt *dégourdie;* on passe d'abord une légère couche d'un vernis gras qui rend la surface moins absorbante. En tout cas, il est très difficile d'obtenir des résultats réguliers, à moins qu'il ne s'agisse d'une teinte bleue uniforme; dans ce cas on trempe la pièce dégourdie dans de l'eau contenant en suspension la couverte colorée en bleu et réduite en poudre impalpable.

Il ne faut pas oublier que l'oxyde de cobalt est un peu volatil aux températures très élevées, et ne pas cuire de la porcelaine blanche dans les *cazettes* qui servent pour le bleu de grand feu, car le blanc prendrait une teinte bleuâtre.

L'oxyde de nickel est un peu plus volatil encore que l'oxyde de cobalt; aussi quand le bleu de grand feu contient de l'oxyde de nickel, il se produit des taches grisâtres même assez loin des parties recouvertes de bleu.

En variant les proportions, on peut obtenir des bleus gradués, depuis le bleu indigo foncé (4 parties d'oxyde de cobalt pour 7 de feldspath), jusqu'aux nuances les plus claires, en passant par le *bleu franc*, dont nous avons donné plus haut la composition, et qui contient trois fois et demie autant de fondant.

Dans le *bleu d'azur*, on ajoute un peu d'alumine et d'oxyde de zinc.

Le vert de grand feu s'obtient avec l'oxyde de chrome qu'on applique seul à la surface des pièces. Il ne pénètre jamais comme l'oxyde de cobalt; il est sujet à se détacher par écailles.

Salvétat a obtenu de meilleurs résultats en ajoutant 2 parties d'alumine à 3 parties d'oxyde de chrome; la couleur est plus solide, mais elle tourne au *vert olive.*

En ajoutant de l'oxyde de zinc, on obtient un *vert pomme*, et si on introduit en même temps de l'oxyde de cobalt, on a un *vert céladon*, très utile pour certains décors.

Avec les oxydes de chrome et de cobalt, on obtient toutes les nuances intermédiaires de vert bleuâtre.

Le *jaune* s'obtient avec le titane.

Le *brun* avec les oxydes de fer et de manganèse (fonds *écaille*).

Le *noir* pur est à peu près impossible à obtenir au grand feu. L'iridium donne un noir grisâtre, et le platine des tons de gris variables à volonté.

2° *Couleurs de mouffle dures ou couleurs de demi-grand feu.*

Ces couleurs offrent de grandes ressources pour les décorations; elles sont aussi solides que les couleurs de grand feu et peuvent recevoir l'or et toutes sortes de peintures faites avec les couleurs ordinaires, car elles sont cuites à une température beaucoup plus élevée que celle-ci.

Les bleus de mouffle durs se rapprochent beaucoup du premier bleu de Salvétat dont nous avons donné plus haut la composition : les nuances varient à volonté (*bleu céleste, bleu marin, bleu lavande*, etc.).

Les *verts* sont à base d'oxyde de chrome et même d'oxyde de cuivre.

Avec le sous-oxyde de cuivre Cu^2O on obtient de très beaux rouges un peu pourprés : c'est le *rouge au grand feu* de la porcelaine chinoise, car les Chinois cuisent leur porcelaine à une température moins élevée que celle de nos fours ; aussi leur rouge disparaît quand on le passe à notre grand feu ; mais il convient très bien pour les couleurs de mouffle dures.

Le *pourpre de Cassius* (et quelques nuances qui en dérivent) peut servir aussi pour cet usage ainsi que les jaunes d'argent, d'urane, etc. En ajoutant au pourpre de Cassius du biscuit de porcelaine en poudre fine, on lui donne de la stabilité.

Les roses et les pourpres s'obtiennent surtout avec le *pink-colour* des Anglais (stannate de chrome) (M. Richard).

3° *Couleurs ordinaires pour peintures.*

Dans toutes ces couleurs on fait entrer une certaine quantité de *fondant* : c'est un verre fusible qui sert d'intermédiaire entre la couleur et la couverte de la porcelaine, de manière à déterminer une adhérence très complète.

Voici les principaux fondants en usage pour la fabrication des couleurs vitrifiables. Quand une couleur *ne glace* pas suffisamment, on peut, sans inconvénient, y rajouter une quantité convenable de fondant bien broyé et très intimement mélangé.

	F. rocaille.	F. aux gris et aux rouges.	F. aux carmins.	F. aux pourpres.	F. aux violets.	F. aux bleus.	F. à l'or.
Sable blanc d'Etampes	1	2	3	4	1	1	»
Minium	3	6	1	3	4	6	»
Acide borique	»	»	»	»	4	3	»
Borax fondu	»	1	5	6	»	»	1
Sous-nitrate de bismuth	»	»	»	»	»	»	12

On commence par broyer ensemble les matières premières, on fond le mélange dans un creuset et on coule sur une plaque de fonte bien nettoyée. Le fondant est ensuite broyé en poudre très fine.

Pour les fondants aux carmins et aux pourpres, on ne chauffe pas jusqu'à fusion complète, mais seulement jusqu'au point de ramollir; on retire la masse pâteuse du creuset à l'aide de pinces.

En général, on doit se garder d'*étonner* les fondants, c'est-à-dire de les couler dans l'eau froide; ils deviennent ainsi très faciles à broyer, mais, le plus souvent, l'eau exerce une action décomposante.

Dans quelques fabriques de porcelaines, on cuit les fondants à la chaleur du *globe* (étage supérieur du four où se fait le *dégourdi* de la porcelaine) : c'est une mauvaise pratique, car les fondants chauffés pendant quarante-huit heures perdent de l'oxyde de plomb et attaquent les creusets en devenant *durs*, c'est-à-dire peu fusibles.

Les couleurs vitrifiables destinées aux diverses poteries ne diffèrent que par les proportions de fondants. Plus la couverte de la poterie est fusible (ou *tendre*), moins il est nécessaire d'ajouter de fondant. Certaines couleurs peuvent même s'appliquer indifféremment sur porcelaine et sur faïence : la plupart des bleus et des jaunes, par exemple.

Il est nécessaire, pour chaque espèce de poterie, de faire des essais préliminaires de toutes les couleurs qu'on doit employer. C'est ainsi que la *porcelaine tendre* (dans le genre du *vieux Sèvres*) ne peut être décorée qu'avec des couleurs préparées d'une manière toute spéciale. Les couleurs ordinaires ne glaceraient pas ou se détacheraient par écailles.

On croit volontiers que les procédés de fabrication et de décoration de la porcelaine tendre (dite *vieux Sèvres*) ont été perdus : c'est une erreur complète.

On a conservé dans les moindres détails les dosages de matières premières et les procédés de fabrication : la porcelaine tendre n'a été abandonnée qu'après la découverte du kaolin à Saint-Yrieix (Haute-Vienne), en 1765. On a remplacé alors la porcelaine tendre, difficile à travailler et d'un prix de revient très élevé, par la porcelaine dure ou chinoise, ce qui représentait un progrès fort important.

La porcelaine tendre, étant devenue rare, est actuellement fort recherchée : les décorations qu'elle porte, faites dans le style du temps et souvent dues à des artistes de mérite, sont justement appréciées, car les couleurs prennent sur l'émail blanc laiteux du vieux Sèvres un éclat tout particulier et produisent des harmonies de tons tout à fait remarquables.

On pourrait mettre en œuvre actuellement des procédés identiques et même ajouter plusieurs couleurs à la gamme des anciens peintres : mais on ne pourrait qu'imiter leurs œuvres : toute création nouvelle dans ce genre ne rappellerait plus le *vieux Sèvres* et ne serait pas estimée des connaisseurs.

Les blancs s'obtiennent sur la porcelaine, la faïence, etc., en réservant le fond blanc de ces diverses poteries ; mais on emploie aussi des *blancs fixes* ou *blancs à rehausser*, qui ne sont autres que de l'émail blanc à base d'acide stannique ou de phosphate de chaux.

Les blancs sont sujets à *bouillonner;* il est nécessaire de ne pas les employer à l'essence grasse.

Le *blanc chinois* est une sorte d'émail blanc qui peut s'employer en grande épaisseur, de manière à former des reliefs, et qui peut même se mélanger avec la plupart des autres couleurs sans les altérer. Dans la peinture en couleurs vitrifiables, il joue donc un rôle analogue à celui de la céruse ou du blanc de zinc dans la peinture à l'huile.

Les noirs ont pour base un mélange d'oxydes de fer et de manganèse, auquel on ajoute souvent de l'oxyde de cobalt ou même du bleu tout préparé.

Le noir d'iridium est plutôt un gris très foncé. Il est d'une solidité absolue, et, malgré son prix élevé (près de 1 franc le gramme), ce produit est de plus en plus employé. Toutefois il a le défaut de ne pas *glacer* régulièrement, surtout quand il est posé sur certaines couleurs.

Les gris sont des noirs atténués et mélangés de manière à faire varier la nuance.

Les bleus sont presque toujours à base de cobalt, ainsi que nous l'avons dit. Le stannate de cobalt (*cæruleum*) (voir plus haut, page 91) paraît susceptible d'être employé comme couleur vitrifiable, car il est stable à des températures très élevées.

Un bleu de cobalt, contenant de l'alumine et de l'oxyde de zinc, souvent même de l'acide phosphorique, est désigné sous le nom très impropre d'*outremer*. On sait que l'outremer véritable ne résisterait pas à la température de cuisson des couleurs, surtout en présence d'un fondant.

Les jaunes les plus usités sont à base d'*antimoniate de plomb*. Ils se rattachent donc au jaune de Naples (voir plus haut, page 105).

Ces jaunes présentent le précieux avantage de pouvoir se mélanger avec la plupart des autres couleurs.

Cependant les jaunes détruisent les couleurs de fer. D'après Salvétat et d'après Bunel, habile fabricant de couleurs vitrifiables, on prépare des jaunes susceptibles de se mêler avec les couleurs de fer sans les altérer, en fondant les jaunes avec de l'oxyde de fer, de manière à les *saturer* en quelque sorte de cet oxyde.

Le chromate de plomb peut servir comme jaune, mais il n'admet aucun mélange et le ton n'est jamais régulier, car le fondant réagit de manière à donner du chromate basique.

Les jaunes d'urane sont très solides, mais ne peuvent servir que pour les fonds, car ils altèrent les autres couleurs.

Le jaune de cadmium pourrait servir comme couleur vitrifiable, mais il n'a été l'objet d'aucun essai suivi, du moins à notre connaissance : probablement parce qu'il agit sur les fondants.

Le jaune fixe (ou jaune à rehausser) n'est autre chose que de l'émail blanc mêlé de jaune foncé.

Les rouges sont de nature très différentes.

1° *Les rouges de fer.* — Ce sont les plus importants.

On les obtient par la calcination, au contact de l'air et à des températures modérées, du sulfate de protoxyde de fer (couperose verte), soumis à une dessiccation préalable.

Ces rouges ne sont pas formés seulement d'oxyde de fer, comme le croient beaucoup de personnes : ce sont des *sulfates basiques de sesquioxyde de fer.*

Aucun de ces rouges ne peut résister à un feu de mouffle un peu intense : on doit toujours les cuire à basse températnre.

De plus, les rouges de fer sont altérés par les *fondants basiques*, contenant du borax ou un grand excès d'oxyde de plomb.

La préparation des rouges de fer exige une grande habileté : nous rappellerons ici que c'est en fabriquant des rouges pour porcelaine que Pannetier a découvert les *couleurs Mars* (voir plus haut, page 165).

Nous avons constaté qu'on peut obtenir de beaux rouges de fer en calcinant avec précaution de l'alun à base de sesquioxyde de fer et de potasse :

$$(3SO^3, F^2O^3), (SO^3, KO), 24HO.$$

On lave complètement de manière à enlever le sulfate de potasse.

2° *Le pourpre de Cassius et ses dérivés* (carmins, pourpres, violets d'or, etc.).

Toutes ces couleurs, qui offrent de si précieuses ressources à la peinture en couleurs vitrifiables, ont pour base la curieuse préparation découverte en 1668 par André Cassius, médecin et chimiste, né à Sleswig en 1640. Elle resta secrète jusqu'en 1681 : à cette date, le fils de Cassius la fit connaître au public.

On a publié un grand nombre de recettes pour la préparation du pourpre de Cassius : la plupart donnent de bons résultats ; mais les produits de qualité supérieure sont fabriqués par des procédés restés secrets.

Plusieurs chimistes habiles ont cherché à établir la composition rationnelle du pourpre de Cassius.

Dumas le regardait comme un stannate de sous-oxyde d'or, contenant un

excès d'acide stannique, plus de l'eau. Il le représentait par la formule suivante :

$$2SnO^2, Au^2O, 4HO.$$

M. Figuier préférait la formule suivante :

$$3SnO^2, Au^2O, 4HO.$$

D'après des recherches récentes de M. Debray, le pourpre de Cassius n'est pas un composé défini : c'est une véritable *laque*, qui représente de l'acide stannique *teint* par de l'or très divisé. Cette opinion est conforme aux résultats que donne constamment la pratique : elle permet de modifier les recettes connues de la manière la plus favorable.

Cassius obtenait son pourpre en plongeant une lame d'étain dans une solution de chlorure d'or (avec excès d'eau régale) : le précipité brun pourpré qui se forme n'est autre que de l'acide stannique (provenant de l'oxydation d'une partie de l'étain), intimement mêlé d'or très divisé.

Cette préparation fort primitive a été bien perfectionnée.

Ce qui paraît le plus rationnel, c'est de préparer d'abord le bichlorure d'étain bien exempt d'un excès d'acide. Comme le produit se décomposerait par l'eau, on ajoute du chlorydrate d'ammoniaque, de manière à former un véritable chlorure double, beaucoup plus stable, dont la composition est la suivante :

Bichlorure d'étain	70,80
Chlorhydrate d'ammoniaque.	29,20
	100,00

(M. Bolley.)

C'est d'ailleurs ce même chlorure double qui entre dans la *composition d'écarlate* si employée par les teinturiers.

On ajoute le bichlorure d'étain à la solution de chlorure d'or, qui ne doit pas être acide, et l'on étend de beaucoup d'eau.

En plongeant dans la liqueur une lame d'étain pur, on voit se déposer peu à peu un précipité pourpre foncé (couleur de vin vieux).

On peut aussi traiter 100 grammes de chlorure double, dissous dans 400 grammes d'eau chaude, par 10g,70 d'étain pur en lames minces. On fait chauffer, de manière à dissoudre tout l'étain.

La liqueur ainsi obtenue est ajoutée goutte à goutte dans la solution étendue de chlorure d'or.

Quand on fait dissoudre l'étain dans l'eau régale (avec excès d'acide chlorhydrique), on obtient un mélange en proportions variables de bichlorure et de protochlorure d'étain.

Si l'on verse peu à peu ce mélange dans une solution étendue de chlorure d'or, on aura donc du pourpre de Cassius ; c'est absolument comme si on ajoutait du protochlorure d'étain dans une solution de chlorure d'or mêlée de bichlorure d'étain.

Il résulte de là que plusieurs recettes de préparation de pourpre ne réussissent qu'à la condition d'observer rigoureusement les proportions indiquées pour les acides, aussi bien que pour l'étain et le chlorure d'or.

Tel est le procédé suivant indiqué par Salvétat, comme donnant de bons produits.

Au moment de commencer l'opération, on prépare une eau régale formée de :

Acide chlorhydrique	168 grammes.
Acide nitrique	102 —

Dans 9 grammes de cette eau régale, on fait dissoudre 0g,5 d'or fin laminé. L'attaque se complète sans qu'il soit nécessaire de chauffer. On ajoute 14 litres d'eau; la liqueur ne présente plus qu'une faible teinte jaune paille.

D'autre part, dans 18 grammes de la même eau régale, on ajoute par petites portions 3 grammes d'étain pur laminé. Il est nécessaire que la température ne s'élève pas trop; on ajoute un peu d'eau froide, de 3 à 5 grammes, et le mélange doit être maintenu dans un endroit frais.

Au bout de quatre heures, tout l'étain a disparu, à l'exception d'un léger dépôt noir qu'on sépare à l'aide de la décantation.

On verse alors la liqueur goutte à goutte dans la solution d'or, en agitant constamment.

Le précipité pourpre est lavé à l'eau bouillante et conservé à l'état humide, dans un flacon bien fermé, à l'abri de la lumière.

Le produit ainsi préparé sert de base pour la préparation des pourpres et des carmins de différents numéros.

Quand on veut opérer plus en grand, on fait une solution d'or titrée, ainsi que la solution d'étain (avec les précautions indiquées); on prend un volume de la solution d'or contenant 0gr,5 de métal et l'on précipite par la quantité correspondante de la solution d'étain.

Le pourpre de Cassius est soluble dans l'ammoniaque ; cette curieuse propriété n'a pas été utilisée, du moins jusqu'à présent.

Il arrive quelquefois que le pourpre reste en solution dans l'eau ; on le précipite en ajoutant du sel ordinaire ou du sulfate de soude.

Les carmins s'obtiennent en broyant du pourpre de Cassius à l'état humide avec du chlorure d'argent récemment précipité. Il est bon d'opérer à l'abri de la lumière ou du moins en s'éclairant avec de la lumière jaune (comme pour la photographie). Exposé au soleil pendant longtemps, le carmin *cru* se détériore complètement ; mais le carmin mêlé de fondant et cuit au moufle devient tout à fait inaltérable à la lumière.

Le carmin tendre anglais (ou n° 2) n'est autre que du pourpre de Cassius broyé avec un fondant spécial ainsi composé :

Silice	4 parties.
Minium	3 —
Borax fondu	3 —

C'est le *fondant aux carmins* un peu modifié.

Il ne faut pas oublier que les carmins (dont on use si largement pour la décoration) ne peuvent se mélanger avec toutes les couleurs ; ils sont détruits par les bleus. Ce serait donc une très mauvaise pratique que d'ajouter du bleu de cobalt au carmin ou au pourpre afin d'obtenir du violet.

3° Le *pink-colour* des Anglais (couleur d'œillet).

C'est une couleur d'un rouge de sang un peu violacé, qui est fort solide et qui résiste bien au grand feu de moufle. Les Anglais l'emploient souvent pour les décorations de leurs poteries, surtout pour les décors imprimés sur faïence fine.

On ne sait pas encore bien fabriquer cette couleur que nous avons déjà citée (voir plus haut, page 127).

C'est un *stannate de chrome* qu'on obtient en chauffant à une température très élevée un mélange d'acide stannique et d'acide chromique ou le bichromate de potasse.

Le produit est d'un violet pâle qui manque d'éclat ; mais, avec les fondants, il prend une belle teinte d'un rouge cramoisi.

4° Le *rouge cornalia* des Anglais, qui n'est autre chose que du chromate de plomb basique d'un beau rouge orangé qu'on additionne d'un fondant assez fusible : c'est une couleur qui ne supporterait pas le grand feu de moufle, mais qui est utile dans la décoration.

Les verts sont le plus souvent à base d'oxyde de chrome.

Ces couleurs sont préférables aux anciens verts à base d'oxyde de cuivre qu'on emploie encore pour des nuances toutes spéciales, notamment pour les fonds *vert d'eau*.

Les verts à l'oxyde de cuivre sont sujets à un genre d'accident très particulier ; sous des influences mal connues, les fonds verts se recouvrent de taches attribuées à de l'oxyde de cuivre anhydre qui se sépare du fondant ; on fait disparaître ces taches en les recouvrant de fondant et repassant les pièces au feu de moufle (indication de M. Dubois, habile fabricant de couleurs vitrifiables).

Les bruns sont à base d'oxyde de fer, plus ou moins mélangé d'oxyde de zinc (pour les bruns jaunes), d'oxydes de cobalt ou de manganèse (pour les bruns foncés). Dans quelques préparations, on fait entrer aussi des oxydes de chrome et de nickel.

Les métaux employés pour la décoration en couleurs vitrifiables sont presque toujours l'or et le platine, mais surtout le premier de ces deux métaux. L'argent s'altère beaucoup trop vite par les émanations sulfureuses, et le platine le remplace avec avantage, puisqu'il est inaltérable. On ajoute souvent de l'argent à l'or employé pour la dorure, afin de diminuer la dépense ; mais la teinte de l'or devient plus claire et sensiblement verdâtre.

On pourrait employer l'or en feuilles broyé à l'eau gommée (comme l'or en coquilles) et additionné de fondant. C'est ainsi qu'on faisait autrefois les belles dorures de la porcelaine tendre ; on se servait *d'or au miel*, c'est-à-dire d'or en feuilles broyé avec du miel.

Pour les dorures sur verres, cristaux, porcelaines et poteries diverses, on emploie surtout à présent les deux préparations suivantes :

1° *L'or au mercure :* c'est de l'or très divisé qu'on obtient en ajoutant peu à peu du nitrate de sous-oxyde de mercure dans une solution très étendue de chlorure d'or.

Le précipité, lavé à grande eau, est séché à une douce chaleur.

Quand le lavage est complet et que la liqueur est suffisamment acide, le produit ne doit pas contenir de mercure, d'après la réaction suivante :

$$Au^2Cl^3+3(AzO^5,Hg^2O) = Au^2+3(AzO^5,HgO)+3ClHg.$$

Les eaux de lavage contiennent du mercure qu'on sépare en les agitant à plusieurs reprises avec de la tournure de cuivre. Après un certain nombre d'opérations, le cuivre est attaqué presque complètement ; il suffit de distiller le résidu pour obtenir du mercure à l'état de pureté. Quant au liquide débarrassé du mercure, il ne contient plus que du cuivre qu'on pourrait précipiter par le fer ; mais la valeur du cuivre est trop faible ponr que cette opération soit utile.

L'or au mercure donne de belles dorures, très brillantes après le *brunissage*, mais qui ne sont pas très solides.

2° *L'or à la couperose :* c'est de l'or précipité par l'action du sulfate de protoxyde de fer (couperose) sur une solution très étendue de chlorure d'or.

La liqueur doit toujours contenir un excès d'acide chlorhydrique ou sulfurique ; autrement il pourrait se déposer du sulfate de peroxyde de fer basique qui resterait mêlé avec le précipité d'or métallique.

Après lavage complet à l'eau chaude, par décantation, le précipité doit être séché à une température très peu élevée (40° environ). L'or séché à 100° ou au-dessus est très sujet à former des paillettes pendant le broyage.

L'or à la couperose est aussi bon que l'or au mercure et il est beaucoup plus solide ; on ne connaît pas la raison de cette différence.

Quel que soit le mode de préparation, il ne faut pas employer l'or monétaire : d'abord parce qu'il est interdit de détruire les monnaies, ensuite parce qu'une pièce de vingt francs ne représente pas vingt francs d'or laminé *à mille millièmes.*

Il est donc bien préférable d'acheter de l'or pur chez les marchands d'or, qui le vendent tout laminé et garanti *à mille millièmes.*

4° *Verres et émaux colorés.*

Comme nous l'avons dit précédemment, ce qui distingue surtout les émaux des verres, c'est une certaine opacité due à la présence de quelque matière opaque, infusible, disséminée dans la pâte du verre fondu.

La distinction entre les verres et les émaux colorés tend à s'effacer de plus en plus ; tous les produits vitrifiables colorés s'emploient pour la décoration des verres et des poteries, l'*émaillage* des métaux, etc. ; le degré d'opacité varie, pour ainsi dire, au gré de l'opérateur.

Certains fabricants livrent des émaux de toute sorte, qu'il suffit de faire refondre au moment de la mise en œuvre.

Les anciens émaux étaient toujours des silicates plombifères rendus opaques (suivant les besoins) par l'acide stannique ou les os calcinés.

La composition des émaux s'est beaucoup améliorée par l'addition de l'acide borique ou de différents borates. Les produits ainsi obtenus sont beaucoup mieux *glacés* et bien moins sujets aux *tressaillures* que les anciens émaux.

Au lieu d'acide stannique et d'os calcinés, on ajoute souvent (comme matière

opaque) du sulfate de baryte en poudre impalpable ou même du sulfate de chaux.

Pour obtenir le beau blanc laiteux des cadrans de montres et de pendules, on emploie comme corps opaque l'acide arsénieux en forte proportion.

Dans les premiers temps de la fabrication des objets de fer émaillé, on achetait dans le commerce de l'émail blanc pour cadrans sans savoir qu'il contenait de l'acide arsénieux. Il aurait pu en résulter des accidents graves ; aussi les fabricants de fonte et fer émaillés font eux-mêmes leurs émaux et se gardent bien d'employer l'acide arsénieux, du moins pour les ustensiles à l'usage des cuisines.

Les émaux colorés sont fort habilement mis en œuvre par les Chinois pour la décoration de leurs porcelaines ; comme ces produits sont beaucoup moins colorés que nos couleurs vitrifiables, les peintres chinois doivent les appliquer sous de fortes épaisseurs : de là des effets de décoration tout à fait particuliers et souvent très heureux.

Les émaux chinois ont été analysés par Ebelmen et Salvétat: il serait facile de les reproduire, mais ils ne pourraient s'appliquer sur notre porcelaine.

Pour plus de détails sur la fabrication des verres et émaux colorés, ainsi que pour la peinture en couleurs vitrifiables, consulter, dans l'*Encyclopédie chimique* :

Le Verre et le Cristal, par M. J. Henrivaux, sous-directeur de la manufacture des glaces de Saint-Gobain.

La Porcelaine, par M. Dubreuil, président de la chambre de commerce à Limoges.

THÉORIE PHYSIQUE DES COULEURS

HISTORIQUE

Les premières observations relatives aux couleurs doivent, en chaque pays, remonter à la plus haute antiquité.

Les personnes douées d'une vue normale suffisamment sensible pour bien apprécier les couleurs, et pourvues d'un certain goût artistique, ont dû mettre à profit, sans les connaître, quelques-unes des lois du contraste des couleurs.

Les auteurs anciens parlent de jardiniers fort habiles dans la culture des fleurs et de femmes très expertes dans l'art de tresser des couronnes et de composer des bouquets, avec des fleurs choisies de manière à former un ensemble de couleurs très harmonieux.

Les peintres-verriers des XII[e] et du XIII[e] siècles étaient de forts habiles coloristes; ils savaient juxtaposer les couleurs *qui se faisaient valoir les unes les autres* (comme disent les anciens écrivains).

On peut faire des observations analogues sur les peintures qui décorent les plus vieilles porcelaines chinoises.

Enfin, chez les peuplades sauvages, on rencontre souvent le sens et le goût de couleur développé d'une façon très remarquable.

Les premiers travaux scientifiques sur les couleurs ne remontent qu'à la fin du XVII[e] siècle.

Ils sont dus à l'illustre Newton (né en 1642, mort en 1727), l'un des plus grands génies dont l'humanité puisse se glorifier. Il était doué de toutes les qualités d'un mathématicien de premier ordre, aussi bien que de l'esprit d'observation et de l'adresse expérimentale, indispensables à ceux qui veulent contribuer aux progrès de la *philosophie naturelle ;* c'est ainsi qu'on nommait, du temps de Newton, l'ensemble des sciences physiques.

Le célèbre naturaliste Buffon (né en 1707, mort en 1788) publia, en 1743 (*Mémoires de l'Académie des sciences*), les premières observations *sur les couleurs accidentelles et autres phénomènes de vision: qui ont tous entre eux cette analogie*, dit-il, *qu'ils résultent d'un trop grand ébranlement ou d'une fatigue de l'œil.* Ce point de vue était beaucoup trop exclusif; car les phénomènes de contraste simultané s'observent très bien sans que l'œil éprouve de la fatigue.

Comme il arrive assez souvent dans les sciences physiques, le fait qui semblait *accidentel* devient au contraire le fait *normal*, quand on apprend à l'observer régulièrement.

En 1754, Scherffer (*Journal de physique*, t. XXXI) apporta dans l'étude des mêmes phénomènes une précision remarquable. Il proposa l'explication du constraste successif et rectifia quelques observations de Buffon. Toutefois il ne fit qu'effleurer la question du contraste simultané.

Œpinus (*Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg* et *Journal de physique*, 1785, t. XXVI), Darwin (*Transactions philosophiques*, 1785, t. LXXVI), se sont occupés du constraste successif des couleurs.

En 1802, Rumford publia un travail fort remarquable intitulé :

Expériences sur les ombres colorées; conjectures sur les principes de l'harmonie des couleurs. (*Philosophical papers*, etc., *by Rumford*, Londres, 1882, t. Ier.)

Rumford fit d'intéressantes observations sur les ombres colorées et sur certains cas particuliers du contraste simultané ; mais il n'établit point les lois générales de ce genre de phénomènes.

Prieur (de la Côte-d'Or) ne fit que des observations isolées qu'il publia dans les *Annales de chimie*, t. LIV.

Dans tous ces travaux, les lois générales du contraste des couleurs ont été pressenties en quelques points, mais ignorées dans leur ensemble.

Ces lois ont été formulées et fondées sur des bases solides par les grands travaux de notre illustre maître M. Chevreul.

Au point de vue de l'exactitude et de la méthode scientifique, cette œuvre immense mérite d'être citée comme modèle.

De plus, les applications aux beaux-arts et à l'industrie ont été traitées par M. Chevreul d'une façon supérieure.

Il a donné, avec tous les détails nécessaires et les exemples à l'appui, les règles fondamentales pour assortir les couleurs de la manière la plus avantageuse.

Il a créé la *classification des couleurs*, avec une nomenclature rationnelle, permettant de désigner des milliers de nuances parfaitement définies.

On doit seulement regretter que les artistes et les industriels (du moins, pour la plupart) ne connaissent tous ces travaux si importants que d'une manière imparfaite.

Tous ceux qui emploient les couleurs sous une forme quelconque s'épargneraient beaucoup de tâtonnemeuts et de pertes de temps s'ils prenaient pour guide le savant à qui nous devons l'étude scientifique des couleurs.

Quelques industriels sont entrés dans cette voie : nous citerons seulement M. Rosenstiehl, chimiste bien connu, qui a fait d'importantes études sur la théorie physique des couleurs au point de vue des applications ; et M. Albert Scheurer-Rott (de la maison Scheurer-Rott, de Thann) ; les admirables combinaisons de couleurs employées pour les tissus imprimés par ces habiles industriels sont toujours déterminées par des recherches théoriques, en partant des lois de M. Chevreul.

Dans cette étude résumée des couleurs au point de vue des phénomènes de la vision et des applications industrielles qu'on peut faire des grandes lois scienti-

fiques, nous prendrons constamment pour guides les principaux ouvrages publiés sur cette matière par M. Chevreul.

Voici la liste des principales publications :

De la loi du contraste simultané des couleurs et de l'assortiment des objets colorés considérés d'après cette loi. — Paris, Pitois-Levrault, 1839, in-8° avec atlas in-4°.

Recherches expérimentales sur la peinture à l'huile. — Mémoires de l'Académie des sciences, 1850.

Note sur les couleurs d'un assez grand nombre de fleurs. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, XXXIV, 1854.

Expériences sur la peinture à l'huile. — Bulletin de la Société d'Encouragement, IV, 1857.

Note sur quelques expériences de contraste simultané des couleurs. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, XLVII, 1858.

Exposé d'un moyen de définir et de nommer les couleurs d'après une méthode précise et expérimentale, et application de ce moyen à la définition et à la dénomination d'un grand nombre de corps naturels et de produits artificiels. — Mémoires de l'Académie des sciences, t. XXXIII, 1861. — Atlas de douze planches coloriées.

Épilogue de son ouvrage sur un moyen de définir et de nommer les couleurs d'après une méthode précise et expérimentale. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, LXIII, 1861.

Note sur les vitraux peints et la vision des objets colorés. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, LVII, 1863, p. 618.

Mémoire sur les vitraux peints. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, LVII, 1863, p. 655 à 665.

Appendice au mémoire précédent. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, LVII, 1863, p. 682 à 684.

Des couleurs et de leurs applications aux arts industriels à l'aide des cercles chromatiques. — Paris, J.-B. Baillière, 1864, 1 vol. in-folio, avec 27 planches gravées sur acier et imprimées en couleur par Digeon. — Les planches sont ainsi réparties : spectre solaire, 1 ; gammes de tons bleus, 1 ; zones circulaires des couleurs, 2 ; cercles chromatiques, 10 ; gammes chromatiques, 13.

Sur la vision des couleurs. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, XCI, 1880. — XCV, 1882. — XCVI, 1883. — XCVII, 1883.

Note relative à un mémoire sur la vision des couleurs matérielles en mouvement de rotation, et des vitesses évaluées en chiffres au moyen de l'appareil du général Morin, dit à plateau tournant, pour l'observation des lois du mouvement. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, XCI, 1880.

Mémoire sur la vision des couleurs matérielles et sur les vitesses numériques de cercles dont une moitié diamétrale est colorée et l'autre blanche ; vitesses correspondant à trois périodes de leur mouvement, à partir de l'extrême vitesse jusqu'au repos. — Mémoires de l'Académie des sciences, XLII, 1883.

Sur la vision dans ses rapports avec les contrastes des couleurs. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, XCVIII, 1884.

Dans tous ces ouvrages, M. Chevreul a su introduire la plus rigoureuse précision, là où régnait la confusion la plus absolue.

Dans le monde des couleurs, il a été *créateur* autant que *législateur;* il a fait d'importantes découvertes et il a su mettre en lumière et expliquer un grand nombre de phénomènes qui étaient restés mal définis et encore plus mal interprétés.

Ces immenses travaux, commencés pendant la première jeunesse et poursuivis dans le cours d'une carrière qui dépasse un siècle, constituent le plus bel exemple qu'on puisse citer de la *méthode à posteriori expérimentale.* Les règles de cette méthode sont exposées avec la plus grande clarté dans un excellent ouvrage publié par M. Chevreul : *De la méthode à posteriori expérimentale et de la généralité de ses applications.* — Paris, Dunod, 1 vol. in-8°, 1870.

La précision scientifique, l'esprit d'invention, la rigueur grammaticale absolue, le sens philosophique le plus élevé, voilà les qualités maîtresses de ces œuvres si justement admirées.

SENSATIONS COLORÉES OU VISION DES COULEURS

Les objets dont l'existence nous est révélée par les yeux nous paraissent très diversement colorés.

Il est impossible de définir les sensations correspondant à une couleur quelconque, autrement que par le nom qui lui est attribué d'un commun accord.

C'est ainsi que Loke, célèbre philosophe anglais, essaya vainement de faire comprendre à un aveugle-né (fort intelligent d'ailleurs) en quoi consistent les sensations lumineuses et en quoi les divers objets colorés diffèrent les uns des autres.

Comme l'a très bien dit Newton, *les couleurs sont en nous;* ou, pour emprunter le langage des philosophes modernes, les couleurs sont *subjectives* et non *objectives.* Autrement dit, la couleur dépend du *sujet* qui reçoit l'impression produite par les rayons lumineux, et non pas de *l'objet* qui envoie ces rayons.

Ce qui prouve surabondamment ce fait, c'est que les sensations lumineuses ne sont pas les mêmes pour tous les yeux; car ces organes sont bien loin d'être identiques chez les divers individus.

Certaines personnes sont atteintes d'*achromatopsie;* c'est-à-dire que, sans être aveugles, ces personnes ne peuvent distinguer certaines couleurs : quelquefois même, le noir et le blanc seuls produisent des sensations distinctes.

Un autre défaut de la vue, beaucoup plus répandu que les précédents, c'est le *daltonisme*, ainsi nommé parce que le célèbre physicien Dalton était affligé de ce défaut et qu'il l'a étudié sur lui-même avec le plus grand soin.

Une personne atteinte de daltonisme voit une couleur au lieu d'une autre : par exemple, du rouge, au lieu de vert.

On a constaté que le nombre des personnes affectées de daltonisme plus ou moins prononcé atteint souvent jusqu'à cinq pour cent de la population adulte.

Quand on fait subir un examen aux aspirants *garde-lignes*, *conducteurs*, etc., pour les chemins de fer, on constate que quatre-vingt quinze pour cent des

candidats jouissent d'une vue à peu près normale : ils distinguent nettement, même à grande distance, un feu vert d'un feu rouge.

Mais plusieurs candidats (environ cinq sur cent) confondent le vert et le rouge et par conséquent ne sont pas propres au service des chemins de fer.

On a cité plus d'une fois des peintres atteints de daltonisme : ils commettaient de bonne foi de lourdes erreurs de coloris et prétendaient que le coloris des autres artistes était absolument faux.

Toute personne destinée à fabriquer ou à employer des couleurs sous une forme quelconque doit donc faire tout d'abord l'étude de sa propre vue, et s'assurer : 1° si elle est complètement exempte d'achromatopsie et de daltonisme ; 2° si la vue est suffisamment sensible, ce qu'on peut reconnaître en essayant de classer des échantillons de laine teints par un habile teinturier avec des gradations insensibles ; 3° si les deux yeux sont parfaitement égaux.

Beaucoup de personnes ne voient aucune différence entre deux échantillons voisins, bien que l'œil exercé du teinturier perçoive immédiatement cette différence.

L'œil est susceptible d'éducation, comme l'oreille ; on peut arriver par l'étude à donner à la vue plus de justesse et de sensibilité, mais on ne parvient pas à remplacer complètement les dons naturels absents.

DÉCOMPOSITION DE LA LUMIÈRE

Newton a reconnu qu'un rayon de *lumière blanche* (celle qui nous arrive du soleil dans les conditions ordinaires) se décompose en traversant un *prisme* de verre ou d'autre matière transparente.

Si l'on reçoit sur un écran de papier blanc le rayon qui sort du prisme, au lieu d'obtenir une image blanche, on voit se former une image vivement colorée de sept nuances différentes placées les unes à côté des autres.

Cette image se nomme le *spectre solaire*.

Avec d'autres sources de lumière on aurait des spectres différents : par exemple *la lumière oxy-hydrique* (chaux portée à l'incandescence par la combustion d'un mélange d'hydrogène et d'oxygène) donne un spectre identique au spectre solaire, mais dans lequel on ne trouve pas les *raies noires* (au nombre de plusieurs milliers) qui caractérisent le spectre solaire.

La lumière électrique, les flammes contenant diverses matières étrangères, donnent des spectres avec des raies brillantes diversement colorées qui servent à reconnaître la nature de ces matières (analyse spectrale).

Les radiations qui produisent le spectre sont en nombre immense ; les parties du spectre les plus apparentes ont été désignées par les noms des couleurs dont elles donnent les sensations :

Violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge.

Elles sont énoncées dans l'ordre de *réfrangibilité décroissante* : c'est-à-dire que le rayon violet est le plus fortement dévié à l'entrée comme à la sortie du prisme, et que le rayon rouge est le moins dévié.

Il suffit de rappeler que ces mots *rayon violet, rayon rouge* ne doivent pas

être pris au pied de la lettre. Ce sont de simples abréviations pour : *rayon qui donne la sensation du violet ; rayon qui donne la sentation du rouge.* Car la lumière n'est pas colorée par elle-même ; elle produit sur le *sujet* les sensations désignées sous le nom *d'impressions colorées* ou *de couleurs.*

On parle souvent de la vivacité des couleurs de l'arc-en-ciel ; de tout temps, les poètes ont célébré la splendeur de ce phénomène.

Mais les couleurs de l'arc-en-ciel sont loin d'être aussi pures que celles du spectre, ce qu'il est facile de vérifier par les expériences les plus simples.

On a souvent essayé de ramener toutes les couleurs à trois nuances primitives : *rouge, jaune, bleu.*

La superposition de ces couleurs donne les tons suivants :

Bleu avec beaucoup de rouge	Violet.
Bleu avec un peu de rouge.	Indigo.
Bleu pur.	Bleu.
Bleu avec jaune	Vert.
Jaune pur.	Jaune.
Jaune avec un peu de rouge.	Orangé.
Rouge pur	Rouge.

On retrouve donc les sept couleurs du spectre avec les trois teintes primitives et avec leurs mélanges. Mais les couleurs qui résultent de ces mélanges n'ont jamais la teinte pure des nuances du spectre.

Supposons que le rayon vert sortant d'un prisme passe à travers un second prisme, il sera dévié et donnera une image verte si on le reçoit sur un écran.

Mais si l'on superpose un rayon jaune et un rayon bleu sortant d'un premier prisme et que l'on fasse tomber sur un second prisme le rayon vert ainsi obtenu, on n'aura plus d'image verte à la sortie du prisme ; les deux rayons, jaune et bleu se séparent ; on obtient une image jaune et une image bleue parfaitement distinctes.

Le *blanc* n'est pas une couleur particulière : c'est le résultat de la superposition de toutes les couleurs du spectre.

On peut le vérifier à l'aide de plusieurs expériences ; la plus démonstrative est l'expérience des *sept miroirs* de Newton.

On attache le long d'une tige sept petits miroirs plans portés chacun par un petit mouvement de *genou.*

Sur les sept miroirs on reçoit un spectre bien *étalé*, de façon que chacune des sept nuances tombe sur un des miroirs.

Le premier miroir est alors incliné de manière à renvoyer l'image rouge sur un écran situé à quelque distance, par exemple sur le plafond de la salle : on obtient ainsi une image d'un rouge pur.

Puis on renvoie l'image orangée, l'image jaune, etc., de manière à superposer successivement toutes les images. On voit l'image rouge primitive passer successivement par toutes les teintes et finalement devenir blanche quand la septième couleur a été superposée à toutes les autres.

Un autre appareil très connu, c'est le *disque de Newton*, qui porte plusieurs secteurs peints chacun des couleurs du spectre choisies aussi vives qu'on peut les trouver.

Supposons que le disque ne porte que des bandes rouges : en le faisant urner très vite, il paraîtrait d'un ton rouge uniforme; en effet, l'impression sur la rétine dure un dixième de seconde environ : il verra donc chaque bande rouge dans les positions qu'elle aura déjà quittées; il en résulte l'impression d'une surface rouge continue.

Le disque multicolore devra donc paraître en même temps : *violet*, *indigo*, *bleu*, etc., c'est-à-dire qu'il semblera blanc.

Mais à cause de l'imperfection des couleurs matérielles, le disque de Newton paraît toujours gris clair.

Les gris résultent d'ailleurs d'un mélange de blanc et de noir. On peut le véririfier au moyen du même appareil; le pourtour du disque est formé de parties noires alternant avec des parties blanches.

Pendant le mouvement, le disque semble entouré d'une bordure grise; le gris est d'autant plus foncé que la surface occupée par le noir est relativement plus grande.

On peut construire le disque de Newton avec des verres colorés; en l'éclairant par transmission avec de la lumière blanche, on obtient une image multicolore quand le disque est en repos; et cette image devient subitement incolore quand le disque est animé d'un mouvement de rotation suffisamment rapide.

PHÉNOMÈNES DE COLORATION

D'après les notions précédentes, on explique aisément les colorations diverses que présentent les objets qui nous entourent.

Un corps blanc peut renvoyer tous les rayons qui composent la lumière blanche dans la proportion où ils constituent cette même lumière.

Il paraît violet dans la partie violette du spectre; rouge dans la partie rouge, etc. C'est ainsi que le spectre apparaît avec toutes ses couleurs quand on le reçoit sur un écran blanc.

On peut d'ailleurs opérer d'une façon un peu différente : si on éclaire un objet blanc avec de la lumière jaune (flamme de l'alcool salé), il paraîtra d'un jaune pur. Au contraire, il semblera blanc si on l'éclaire avec de la lumière bleue, etc.

Supposons un corps coloré en bleu ABSOLUMENT *pur*, il paraîtra *bleu* seulement dans la partie bleue du spectre et *noir* dans toutes les autres parties, puisqu'il ne recevra aucune lumière qu'il puisse renvoyer.

Le plus souvent les objets colorés d'une nuance quelconque sont en même temps *blancs;* de sorte que, dans les diverses régions du spectre, ils paraîtront colorés d'une nuance formée de la superposition de la teinte propre à l'objet et de la teinte spéciale à chacune de ces régions.

Dans la pratique, on mélange souvent les couleurs avec du blanc; mais les couleurs pures de tout mélange, formées *d'espèces chimiques* parfaitement définies, réfléchissent aussi de la lumière blanche.

Un objet qui serait coloré en *noir pur* semblerait noir dans toutes les régions du spectre, puisqu'il absorberait tous les rayons lumineux; mais les noirs ma-

tériels sont toujours mêlés d'un peu de bleu, de violet, de vert, etc., de sorte qu'ils paraissent bleus dans la partie bleue, etc.

Le spectre solaire devrait disparaître complètement si on le recevait sur un écran couvert d'un noir *absolument pur;* mais c'est une condition impossible à réaliser. Sur le plus beau drap noir, employé comme écran, le spectre est toujours visible, quoique très atténué.

Pour obtenir le *noir absolu*, il faut procéder ainsi que l'a indiqué M. Chevreul (voir plus haut, p. 51).

COULEURS RÉFLÉCHIES, COULEURS TRANSMISES

Si un objet transparent reçoit de la lumière blanche, une partie des rayons est renvoyée et produit la sensation d'une couleur spéciale, simple ou composée : c'est la *couleur réfléchie*.

Les autres rayons traversent le corps transparent et donnent lieu à la *couleur transmise*.

Ces deux couleurs sont *complémentaires* l'une de l'autre, c'est-à-dire qu'en les mélangeant on obtiendrait du blanc.

C'est ainsi que, vue par réflexion, une feuille d'or mince paraît jaune orangé, tandis que, par transparence, elle semblera d'un vert bleuâtre particulier.

Mais il ne faudrait pas croire que les couleurs que présente un même corps, par transparence ou par réflexion, sont toujours complémentaires : il arrive le plus souvent que les deux couleurs sont identiques, surtout pour les corps parfaitement transparents.

Ainsi une solution de chromate de potasse est jaune par transparence aussi bien que par réflexion : une solution de sulfate de cuivre paraît toujours bleue, etc. Le bleu de Prusse est toujours bleu (mêlé de vert) quand il transmet ou qu'il renvoie de la lumière.

Le plus souvent, les choses se passent donc comme si chaque substance avait la propriété de réfléchir ou de transmettre certains rayons lumineux, *en éteignant* tous les autres.

INFLUENCE DES SOURCES DE LUMIÈRE

La couleur d'un objet varie suivant l'espèce de lumière qui sert à l'éclairer.

Supposons une flamme *monochromatique*, c'est-à-dire qui n'envoie que des rayons d'une seule couleur, jaune, par exemple : on réalise facilement ces conditions en faisant brûler dans une lampe de l'alcool saturé de sel ordinaire, ou en chauffant dans la flamme d'un bec Bunsen un petit panier de fil de platine contenant un morceau de chlorure de sodium fondu.

La flamme ainsi obtenue est d'un jaune pur.

Tous les objets jaunes éclairés par cette flamme paraîtront jaunes, ainsi que les objets blancs (qui ne pourront réfléchir que des rayons jaunes).

Mais les objets autrement éclairés sembleront noirs, ou plutôt d'un noir mêlé de jaune, car le plus grand nombre des couleurs sont mélangées de blanc.

C'est ainsi que la figure humaine éclairée à la flamme de l'alcool salé prend un aspect cadavérique : la teinte rose de la peau, la couleur rouge des lèvres disparaissent complètement et sont remplacées par des teintes livides (noir mêlé de jaune).

Dans la lumière du gaz, des lampes, des bougies, les rayons jaunes prédominent, de sorte que la plupart des bleus un peu violets (de cobalt, d'outremer) paraissent noirs; le bleu de Prusse semble un peu vert; les violets foncés se rapprochent du noir et les violets clairs perdent tout leur éclat.

A la lumière électrique, la plupart des couleurs conservent l'aspect que leur donne la lumière blanche ordinaire.

QUALITÉS FONDAMENTALES DES COULEURS

Dans une couleur il faut toujours distinguer :

1° La *nature* de la couleur, qui peut être simple ou composée : ce sera une des nuances primitives du spectre (ce qui est tout à fait exceptionnel) ou un mélange de plusieurs de ces nuances (ce qui est le cas ordinaire);

2° La *nuance* d'une couleur, qui peut varier par l'addition d'une autre couleur, laquelle ne doit pas *ternir* la première;

3° Le *ton* ou l'*intensité* de la couleur, par exemple : un bleu de ciel peut être plus ou moins clair et cependant rester toujours dans la teinte du bleu de ciel.

Le ton d'une couleur est d'autant plus faible que cette couleur est plus mélangée de blanc. On peut ainsi former avec une couleur franche additionnée de 1/10, 2/10..., 9/10 de blanc une *gamme* de dix tons de plus en plus atténués, passant du rouge pur, par exemple, au blanc pur, par une série de rouges de plus en plus clairs.

Le noir, additionné de blanc, comme on ferait pour une autre couleur, donne une gamme de tons gris qui varient du noir foncé au blanc pur et passant par le gris foncé, le gris clair, etc.

COULEURS RABATTUES

On donne ce nom à des couleurs mélangées successivement de 1/10, 2/10..., 9/10 de noir.

On forme ainsi des gammes de couleur rabattues, comme on a des gammes de couleurs franches.

C'est ainsi que les bruns, les gris teintés de diverses nuances font partie des couleurs rabattues.

Pour obtenir des couleurs rabattues, il n'est pas nécessaire d'ajouter du noir : le mélange de plusieurs couleurs franches peut souvent donner des tons rabattus.

Exemple : le carmin mélangé avec le vert émeraude donne une teinte gris clair qu'on obtiendrait aussi bien par un mélange de noir et de blanc.

PHÉNOMÈNES DE CONTRASTE

I. — CONTRASTE SUCCESSIF

C'est le premier phénomène de contraste qu'on ait observé scientifiquement.

On fixe les yeux sur un objet vivement coloré, par exemple sur un disque de drap écarlate posé sur un papier blanc.

Il faut regarder avec attention, en *écarquillant* les yeux, comme on dit vulgairement.

Au moment où la vue commence à se fatiguer, on enlève le drap rouge.

A la place qu'il occupait, on voit apparaître un disque vert bleuâtre, *couleur complémentaire du rouge écarlate.*

En répétant l'expérience avec un drap vert-bleu, on verrait un disque écarlate.

Le P. Scherffer a donné, le premier, l'explication de ce fait.

La perception du rouge fatigue la rétine qui éprouve une sorte d'insensibilité pour la lumière rouge.

Aussitôt que l'objet rouge est enlevé, le papier blanc (à la place même qui était occupée par l'objet) n'envoie plus que de la lumière blanche. Dans cette lumière se trouvent des rayons de toute couleur, parmi lesquels le rayon rouge qui n'impressionne plus la rétine déjà fatiguée par le rouge. Restent donc les autres rayons dont l'ensemble constitue la couleur complémentaire du rouge : c'est précisément cette couleur que nous percevons.

Le soleil paraît souvent orangé quand il est près de l'horizon au moment de son coucher. Si on le regarde pendant quelques instants, puis qu'on porte les yeux d'un autre côté, sur un fond blanc, on aperçoit une image d'un bleu plus ou moins verdâtre.

Si l'on fixe pendant quelque temps une découpure blanche sur un fond noir, en reportant les yeux sur un fond blanc, on aperçoit la forme de la découpure en noir sur le fond blanc.

Le noir se comporte donc comme la couleur complémentaire du blanc.

Ce fait rentre dans l'explication du P. Scherffer : on comprend en effet que la rétine fatiguée par l'impression prolongée du blanc devienne en quelque sorte inerte relativement aux rayons qui composent cette lumière. La sensation qui résulte de cette fatigue générale de la rétine correspond à une absence complète de sensation lumineuse : par conséquent à la perception du noir.

Le P. Scherffer appelait *couleurs renversées* ce que nous nommons *couleurs complémentaires : deux couleurs dont le mélange donne du blanc.*

Il imagina une expérience fort originale.

Il peignit une figure de Vierge avec les *couleurs renversées :* jaune orangé

pour le manteau (qui était bleu violeté); gris verdâtre pour les chairs, vert d'eau pour les cheveux blonds, etc.

On regardait cette peinture jusqu'à fatiguer les yeux; puis on les reportait sur un fond blanc; on apercevait aussitôt une figure peinte avec les couleurs ordinaires.

II. — CONTRASTE SIMULTANÉ

Cette espèce de contraste a été surtout étudiée par M. Chevreul, qui en a établi les lois. Les grands travaux de M. Chevreul sur le contraste simultané ont commencé en 1825.

Dans le contraste simultané, il faut distinguer le *contraste de ton* et le *contraste de couleur*.

Nous rappellerons ici que le *ton* d'une couleur s'affaiblit par une addition de blanc et qu'il augmente au contraire par le mélange avec une certaine quantité de noir. La couleur devient alors ce qu'on appelle une couleur *rabattue* (ou *rompue*).

Deux couleurs juxtaposées tendent à paraître aussi différentes que possible : elles perdent ce qu'elles ont de commun, tandis que les propriétés qui les différencient tendent à s'exagérer.

Soit pour premier exemple du noir et du blanc.

Sur un fond gris on colle une bande de papier blanc B juxtaposée à une bande de papier noir N.

A quelques centimètres de distance on colle une autre bande de papier blanc B'; enfin, à la même distance et de l'autre côté, une bande noire N' égale à N :

B' BN N'

B paraît beaucoup plus blanc que B' : et N' semble d'un noir bien plus foncé que N'.

C'est surtout dans les parties voisines de la ligne de contact entre B et N que le contraste est le plus prononcé : il semble qu'on ait *rehaussé* de blanc le bord de la bande B et de noir le bord de la bande N.

Voici une conséquence fort curieuse de cette loi.

Supposons un rectangle partagé en dix bandes égales : 1, 2, 3,... 9, 10.

Passons d'abord une teinte d'encre de Chine bien égale sur toute la surface des dix bandes; puis la même teinte sur neuf bandes, la même encore sur huit bandes, et ainsi de suite.

La première bande n'ayant reçu qu'une seule teinte et la dernière dix teintes superposées, nous aurons dix bandes parfaitement dégradées et juxtaposées, depuis le gris clair jusqu'au noir assez foncé.

La teinte de chaque bande devrait paraître absolument uniforme : mais il n'en est rien.

Chaque bande intermédiaire paraît plus foncée du côté de la bande voisine plus claire; et, inversement, plus claire du côté de la bande voisine plus foncée.

L'aspect général est donc celui d'une série de *cannelures* : chaque bande paraissant légèrement concave, le lavis ainsi obtenu semble représenter une portion de colonne cannelée.

Dans la pratique, si l'on veut obtenir l'apparence de teintes plates successives, on est obligé de *mentir* : on *renforce* la teinte claire près du bord en contact avec la bande plus foncée, tandis qu'on *affaiblit* cette même teinte du côté de la bande voisine plus claire. Cette correctiou se fait d'instinct par les artistes habiles en lavis ; il est facile de s'en rendre compte en couvrant par un morceau de papier toutes les teintes du lavis, à l'exception d'une seule bande : loin de paraître uniforme, cette bande sera plus claire d'un côté et plus foncée de l'autre, dans le sens que nous indiquions plus haut.

Soient maintenant deux couleurs quelconques C', D'; juxtaposées comme le blanc et le noir de l'expérience précédente :

C' C | D D'

Il y aura d'abord contraste de ton ; la couleur la plus claire prendra du blanc dans le voisinage de la plus foncée, tandis que celle-ci prendra du noir. Autrement dit, la différence de ton des deux couleurs tend à s'exagérer.

De plus, chaque couleur sera modifiée par l'addition de la complémentaire de la couleur voisine; C changera de *nuance* en prenant la teinte complémentaire de D et inversement.

Cet effet sera très sensible, à cause des bandes C' et D', qui servent de *témoins*, dont la nuance est invariable.

Toute couleur tend à éclairer le fond blanc sur lequel on la place d'une teinte complémentaire de la sienne.

Si l'on regarde pendant quelque temps un disque de drap rouge placé sur un fond blanc, on distingue nettement une auréole verte autour du disque.

Si l'on remplace le fond blanc par un fond coloré, quelle que soit la couleur du fond, cette couleur prendra toujours du vert dans le voisinage du disque rouge.

Sur un fond noir, il en serait encore de même : le noir prendrait une nuance verdâtre.

Voici une liste des principales couleurs avec l'indication de leurs complémentaires.

En consultant cette liste, il est facile de prévoir les principaux effets qui résultent de la juxtaposition des couleurs.

Principales couleurs franches.	Couleurs complémentaires.
Vert.	Rouge.
Jaune-vert	Violet-rouge.
Jaune	Violet.
Orangé-jaune	Bleu-violet.
Orangé	Bleu.
Rouge-orangé	Vert-bleu.

Il est évident que ce tableau est à double entrée ; chaque nuance de la seconde colonne a pour complémentaire la nuance correspondante de la première colonne.

D'après la loi du contraste simultané, deux couleurs complémentaires se *rehaussent* mutuellement quand elles sont juxtaposées.

Ainsi du vert placé sur du rouge paraîtra d'un vert plus vif; et, réciproquement, le rouge semblera prendre plus d'éclat. On peut très bien vérifier cet effet en couvrant le vert avec un écran ; on laisse reposer les yeux ; on retire l'écran, et aussitôt le rouge devient plus vif.

Les applications de ce principe à la peinture, à l'impression des tissus et des papiers, à l'art du tapissier, sont innombrables.

Le plus souvent même, les femmes suivent cette loi instinctivement dans le choix des couleurs qui doivent entrer dans leurs vêtements.

Il en est de même pour les commerçants, dans la composition de leurs étalages. Pour ne citer qu'un exemple, rappelons seulement qu'il est de tradition pour les marchands d'oranges de placer les fruits sur du papier bleu-violet qui les fait paraître d'une nuance plus orangée. Sur du papier rouge, les oranges prendraient une teinte verdâtre, comme on peut le vérifier aisément.

Pourquoi les dentelles noires sont-elles étalées sur du papier jaune? Parce que le noir prend ainsi du violet, qui corrige la teinte jaunâtre que présente souvent le noir donné par les meilleures teintures.

On a réussi à faire paraître incolores des diamants jaunâtres en les enduisant d'une très légère couche de violet d'aniline en solution aqueuse; les rayons jaunes et les rayons violets s'ajoutent de manière à donner la sensation du blanc.

Dans ce cas, il y a *mélange* des deux couleurs complémentaires et non plus *contraste* : ce sont deux effets *absolument contraires.*

C'est encore par le mélange du bleu violet et de l'orangé plus ou moins jaunâtre que l'*azurage* des tissus blancs les fait paraître d'un blanc pur.

Voici un exemple fort curieux emprunté à la fabrication des papiers peints :

Prenons, comme couleur d'impression, un gris clair formé de blanc très pur additionné d'un noir aussi franc que possible.

Une rosace imprimée avec ce gris sur un fond blanc paraît plus foncée, tandis que sur un fond noir elle semble plus claire.

C'est l'effet du *contraste de ton.*

Imprimée sur fond rouge, la même rosace prend une teinte verte bien marquée; sur fond vert, une teinte rosée; sur fond jaune, une teinte violetée, etc.

A l'aspect de ces diverses combinaisons, on croit que les rosaces ont été imprimées avec des gris différents; mêlés de vert, de rose, de violet, etc.

Il est facile de montrer que le gris est toujours identique à lui-même; il suffit de couvrir le fond avec un papier blanc découpé de manière à laisser voir la rosace.

Elle apparaît alors avec une teinte grise constante pour tous les échantillons.

Voici un autre exemple, souvent cité : il est emprunté à l'art du tapissier.

Il s'agissait de copier un tableau de chasse, dans lequel les habits rouge vif des chasseurs se détachaient, par un effet de perspective, sur l'eau d'un étang.

Après avoir terminé les personnages, le tapissier prit de la laine vert d'eau pour le fond; mais cette laine mise en place présentait une nuance beaucoup trop verte (à cause du vert couleur complémentaire des habits rouge vif). Pour

représenter l'eau, il fallut employer de la laine d'une couleur très rabattue, de couleur blonde, à peu près; en prenant du vert, cette laine atteignait la nuance vert d'eau.

Mais, quand on couvrait les habits rouges avec du papier découpé, la même laine reprenait sa couleur véritable.

Harmonies des couleurs. — Pour assortir les couleurs de la manière la plus avantageuse, on procède, en général, par effets de contraste; c'est l'*harmonie de contraste*, qui est très satisfaisante pour l'œil, à la condition d'éviter les effets trop durs, trop *crus*, comme disent les artistes.

Mais on peut aussi réunir les couleurs analogues : une couleur franche avec la même couleur plus ou moins rabattue, etc.

On obtient de cette façon des *harmonies d'analogues* qui sont aussi très satisfaisantes pour l'œil.

Il arrive souvent qu'on est obligé de juxtaposer deux couleurs *qui ne vont pas bien ensemble;* par exemple du vert et du bleu.

Chaque couleur prenant la complémentaire de la couleur voisine, le vert deviendra jaunâtre et le bleu sera violeté.

Mais comme le vert jaune et le bleu violeté forment un ensemble désagréable à l'œil, on évitera ce mauvais effet en interposant du blanc, du gris, ou même du noir entre les deux couleurs.

C'est un principe qu'on applique sans cesse à toutes les combinaisons de couleurs, mais en procédant instinctivement.

La plupart des dessins coloriés paraissent très harmonieux sur fond noir; si nous n'usons pas plus largement du noir, c'est parce que nous réservons cette couleur pour le deuil. Mais les artistes chinois et japonais obtiennent de magnifiques effets de couleurs sur fonds noirs; citons seulement les belles indiennes fond noir à dessins jaunes que nos fabriques font sur commande pour des négociants japonais qui fournissent les dessins.

Dans la fabrication des papiers peints et des tissus imprimés, les gris et les bruns (les tons rabattus) servent à *faire passer* les effets de couleur *trop violents*, qui seraient désagréables à l'œil.

Dans la recherche de l'harmonie des couleurs, il est nécessaire de tenir compte du milieu dans lequel cette harmonie doit produire son effet.

Chez tous les peuples, la plupart des femmes savent assortir les couleurs de la manière la plus favorable à la parure. On constate certainement de nombreuses erreurs de goût; toutefois ces erreurs deviennent plus rares, si l'on se reporte au milieu pour lequel on a créé les assortiments de couleurs.

Sous un ciel d'un bleu vif, au bord d'une mer dont la teinte varie du bleu foncé au bleu clair, nous admettons très bien un costume rouge vif, orangé ou jaune clair, avec interposition de noir ou de blanc, ou encore de bleu foncé.

Mais sous le ciel pâle du Nord, au bord d'une mer verdâtre ou couleur de boue (quand elle est agitée), le même assortiment de couleur nous paraîtrait former avec le milieu un contraste beaucoup trop violent.

Il faut bien se garder de croire que tous les assortiments de couleurs qu'on trouve dans la nature soient *également heureux*.

Certains de ces assortiments sont, par exception, assez durs à l'œil, quelque-

fois même franchement désagréables, comme le plumage de certains perroquets ou certaines fleurs de nuance orangée accompagnées de feuillages vert cru. Mais avec le *vert glauque* (vert bleu plus ou moins gris), les teintes jaunes ou orangées forment un ensemble très agréable à l'œil.

III. — CONTRASTE MIXTE

Quand on a regardé une couleur pendant un certain temps, l'œil a une tendance à voir la couleur complémentaire.

Si on enlève l'objet coloré et qu'on le remplace par un autre (qui soit coloré d'une manière analogue ou d'une couleur différente), la couleur complémentaire viendra se superposer à la couleur de ce nouvel objet et pourra la modifier profondément.

Un habile industriel d'Alsace, Daniel Kœchlin, communiquait à M. Chevreul cette observation remarquable :

« Quand j'examine, disait-il, une série de pièces teintes en rouge turc, ma vue se fatigue et les dernières pièces me paraissent beaucoup moins vives que les premières. Si je laisse reposer mes yeux et que je recommence l'examen en sens contraire, ce sont les premières pièces examinées qui me semblent les plus réussies. Mais si j'interromps l'examen en portant les regards sur des pièces bleues, les pièces rouges paraissent, au contraire, avivées. »

M. Chevreul expliqua le fait par la tendance que possède l'œil à voir du *vert* quand il est fatigué par le *rouge*. Ce vert s'ajoutant au rouge des dernières pièces examinées leur donne une teinte rabattue. En regardant du bleu, Daniel Kœchlin prenait une tendance à voir *jaune ;* cette couleur s'ajoutant au rouge le faisait paraître plus orangé, lui donnait plus de *feu*.

En fixant pendant quelques instants des objets teints en vert, l'œil est disposé à voir le rouge dans les meilleures conditions.

On comprend toute l'importance des remarques précédentes pour la fabrication et la vente des produits colorés.

Ombres colorées. — Ce curieux phénomène a été expliqué pour la première fois par M. Chevreul : c'est un effet de contraste simultané.

Le grand artiste Léonard de Vinci avait très bien observé la coloration bleue que prennent les ombres des objets éclairés par la lumière rouge orangé du soleil levant. Il avait même attribué cette teinte à l'azur du ciel ; et Buffon, s'étant occupé de la question, avait développé l'idée de Léonard de Vinci.

Cette explication est inadmissible ; en effet, si les ombres sont éclairées par la lumière bleue émanée de l'azur du ciel, les autres objets sont également dans le même cas. Les parties blanches devraient donc prendre un reflet bleuâtre, ce qui est contredit par l'observation, puisque ces parties semblent colorées en ouge orangé à cause de la teinte spéciale que prennent les rayons du soleil levant, en traversant les brumes de l'atmosphère.

Les ombres prennent une teinte bleue précisément parce qu'elles ne reçoivent pas les rayons directs du soleil ; elles doivent se colorer de la couleur complé-

mentaire du rouge orangé, c'est-à-dire en vert-bleu ou même en bleu si la teinte des rayons éclairants se rapproche de l'orangé jaune.

Comme chacun peut le constater aisément, les yeux, un instant éblouis par le soleil, ont une tendance à voir du bleu violeté ou du vert bleuâtre, suivant l'aspect que présente le soleil près de l'horizon. En fermant les yeux aussitôt après avoir regardé le soleil pendant un instant, on aperçoit de petites images du soleil colorées en bleu violet ou en vert bleuâtre.

Le phénomène des ombres colorées peut d'ailleurs se produire à volonté, comme l'a indiqué M. Chevreul.

On éclaire un objet blanc et opaque, à l'aide des rayons solaires transmis par une feuille de verre de couleur orangée ; l'objet paraît teinté de cette même nuance, mais l'ombre de l'objet prend une teinte bleue.

IV. — CONTRASTE ROTATIF

C'est en février 1878 que M. Chevreul a découvert cette espèce de contraste.

Soit un disque de carton blanc recouvert d'une couleur quelconque, sur une de ses moitiés seulement.

Si l'on fait tourner ce disque avec des vitesses variables, on obtient les résultats suivants, qui ont été constatés avec la plus grande exactitude, au Conservatoire des Arts-et-Métiers. Avec l'aide de MM. Tresca (père et fils) et au moyen d'instruments spéciaux, M. Chevreul a pu établir les trois lois suivantes :

1° Quand le disque tourne avec une très grande vitesse (de 400 tours par minute environ), il paraît coloré d'une teinte uniforme qui n'est autre que le mélange de la couleur fixée sur une des moitiés avec le blanc de l'autre moitié. La couleur est donc simplement éclaircie ; autrement dit, elle diminue de *ton*, sans changer de nature.

2° Quand la vitesse est modérée (200 tours environ), les deux impressions (de la couleur et du blanc) se succèdent d'une façon très régulière. L'impression résultante est une sorte de *mélodie* qui devient agréable à l'œil quand on remplace le blanc par la complémentaire de l'autre couleur. Nous disons *mélodie*, parce que l'effet résulte de deux impressions successives, comme quand il s'agit d'une mélodie produite par l'audition de plusieurs notes successives.

3° Si la vitesse se ralentit jusqu'à un nombre de tours par minute compris entre 60 et 170 au plus, le phénomène est tout différent : la partie blanche du disque se colore très nettement de la couleur complémentaire de l'autre partie.

Par exemple, avec un disque mi-partie vert et blanc, le blanc paraît tout à fait rosé.

Il semblerait vert, si l'autre moitié était rouge ; lilas, si cette moitié était jaune, etc.

La conséquence de cette loi est fort importante au point de vue des applications industrielles et artistiques.

En effet, il est souvent difficile de déterminer la complémentaire d'une couleur quelconque, simple ou composée, et cependant cette détermination est très importante pour l'assortiment des couleurs.

On couvre avec la couleur donnée la moitié d'un disque de carton blanc, qui est percé d'un trou à son centre. Au moyen d'un petit bouchon et d'une aiguille à tricoter qui le traverse, on transforme ce disque en une véritable *pirouette* qu'on fait tourner à la manière ordinaire, avec une vitesse modérée.

On voit la moitié blanche se colorer de la teinte complémentaire cherchée.

Les noirs ne sont jamais purs; l'œil exercé du teinturier ou de l'indienneur reconnaît immédiatement si tel noir est mêlé de bleu, tel autre de jaune, de vert, etc.

Mais la même détermination peut se faire tout de suite à l'aide d'une pirouette complémentaire.

On couvre avec le noir la moitié du disque blanc; on le fait tourner et la partie blanche prendra la teinte complémentaire de la couleur mélangée avec le noir.

Si cette teinte est le jaune, par exemple, c'est que le noir est mêlé de bleu; si c'est le rose, c'est que le noir est mêlé de vert, etc.

On peut faire l'expérience avec le noir absolu de M. Chevreul au moyen d'une pirouette dont une moitié est évidée, de manière à laisser voir le noir absolu, réalisé comme nous l'avons dit précédemment.

Dans ce cas, la partie blanche ne se colore pas pendant le repos et pas davantage pendant le mouvement.

CLASSIFICATION DES COULEURS

Pour dénommer les couleurs, on emploie souvent des termes de comparaison qui sont plus ou moins inexacts.

Telles sont les expressions *bleu de ciel*, *vert émeraude*, *vert de mer*, *jaune citron*, *gris de souris*, *brun marron*, etc.

Le ciel n'est pas toujours du même bleu; les émeraudes n'ont pas une teinte absolument constante; rien de plus variable que la couleur de la mer qui est naturellement verte, mais qui reflète la couleur du ciel. Enfin les citrons, les souris, les marrons, etc., ne sont pas des objets dont la teinte est absolument fixe : il suffit d'un œil exercé pour le reconnaître.

M. Chevreul a classé et dénommé toutes les couleurs avec une exactitude absolue, en s'appuyant sur des principes scientifiques.

Nous avons dit que le spectre peut se partager en sept régions assez bien définies : c'est toutefois une classification arbitraire; et si Newton l'a imaginée, c'est probablement pour établir quelque analogie entre le spectre composé de sept couleurs et la gamme musicale formée de sept notes.

En réalité, les radiations qui nous viennent du soleil sont en nombre immense.

Certains rayons (les *ultra-violets* et les *infra-rouges*) ne donnent aucune sensation lumineuse.

Les premiers, plus réfrangibles que les rayons violets, ne deviennent sensibles que par les actions chimiques qu'ils produisent : d'où le nom de *rayons photo-chimiques* qu'on leur donne assez souvent. Ils impressionnent les préparations d'argent usitées pour la photographie, de sorte que l'image photographique du spectre solaire se prolonge bien au delà des limites du violet.

Les rayons ultra-violets deviennent visibles en violet clair quand on les fait tomber sur un morceau de papier imprégné d'une solution de sulfate de quinine.

Les rayons infra-rouges, moins réfrangibles que le rouge extrême du spectre, ne sont sensibles qu'au thermomètre : ce sont des rayons *calorifiques obscurs*, qui sont arrêtés par le verre, de sorte qu'on ne peut les obtenir qu'à l'aide d'un prisme de sel gemme. Le maximum de chaleur se trouve dans cette région obscure, en dehors, par conséquent, de la partie visible du spectre.

Enfin certaines régions du spectre paraissent noires, par opposition avec les parties colorées : ce sont les *raies du spectre*, au nombre de plusieurs milliers.

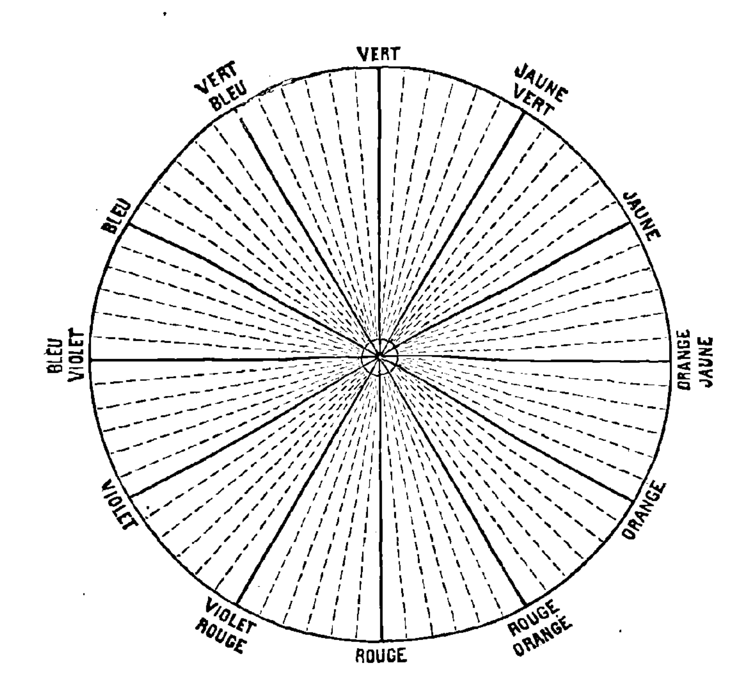
L'étude approfondie des raies du spectre a servi de base à l'*analyse spectrale*, admirable méthode scientifique qui représente l'une des plus grandes et des plus fécondes découvertes du siècle.

C'est l'analyse spectrale qui a révélé l'existence d'un certain nombre de corps simples nouveaux et qui ont permis de les isoler (*cœsium*, *rubidium*, *thallium*, *indium*, *gallium*, etc.). Voir, dans l'*Encyclopédie chimique*, les détails relatifs à ces grandes découvertes.

Au point de vue spécial de l'étude des couleurs, le spectre est partagé en douze régions principales, distribuées sur douze secteurs égaux appartenant à un même cercle.

Il est bien entendu d'ailleurs que ces espaces égaux ne sont pas en rapport avec les espaces très inégaux occupés par les diverses couleurs dans le spectre. Ainsi la partie jaune du spectre est beaucoup moins étendue que la région violette ; mais, pour faire une étude comparative des diverses couleurs, il est nécessaire de prendre pour bases des surfaces colorées de même étendue.

Voici comment on peut réaliser facilement la construction du *cercle chromatique*, qui sert de base à la classification et à l'étude comparative des couleurs



Dans un cercle de rayon quelconque, on reporte six fois le rayon de manière à inscrire un hexagone régulier.

La circonférence est donc partagée en six parties égales, ou en trois parties, si l'on prend seulement les points de division de deux en deux.

Plaçons le *rouge*, le *jaune* et le *bleu* suivant trois rayons (ou plutôt trois secteurs très étroits) partageant la circonférence en trois parties égales ainsi que l'indique la figure.

Prolongeons le rayon rouge : si nous le colorons en vert, cette couleur représentera le mélange du jaune et du bleu.

De même, le prolongement du rayon bleu sera coloré en orangé, qu'on peut obtenir par le mélange du rouge et du jaune.

Enfin, le prolongement du rayon jaune serait teinté de violet, qui représente un mélange de rouge et de bleu.

Nous plaçons de cette manière dans la surface du cercle six secteurs étroits dans l'ordre suivant :

Violet, bleu, vert, jaune, orangé, rouge.

Ce sont les couleurs du spectre, moins l'indigo.

Pour la réalisation matérielle du cercle chromatique, peu importe d'ailleurs que le violet, le vert et l'orangé soient des couleurs simples ou des couleurs résultant de mélanges (comme nous l'avons dit plus haut).

Il est pour ainsi dire impossible d'obtenir des couleurs matérielles simples absolument pures de tout mélange; il est donc peu important de réaliser le

cercle chromatique avec des couleurs pures ou avec des mélanges quelconques; il suffit que l'œil soit satisfait.

Du reste, certains physiciens ont repris les idées de Thomas Young : M. Helmholtz, M. Holmgren, adoptent comme couleurs primitives le violet, le vert et le rouge; ils obtiennent toutes les autres par des mélanges convenables de ces trois nuances.

On comprend d'ailleurs que le choix des couleurs primitives soit réellement peu important : il est nécessaire qu'un cercle chromatique destiné à l'étude *pratique* des couleurs comprenne les couleurs franches, auxquelles l'œil est habitué.

Sous ce rapport, les six nuances indiquées plus haut conviennent parfaitement, l'absence de l'indigo n'est pas à regretter, car cette nuance intermédiaire se trouve dans les couleurs mélangées que nous allons définir.

Chacun des six secteurs est partagé en deux; sur chacun des six rayons de séparation on applique un secteur étroit, coloré d'une des six nuances intermédiaires suivantes :

Bleu-violet. — *Vert-bleu.* — *Jaune-vert.* — *Orangé-jaune.* — *Rouge-orangé.* — *Violet-rouge.*

Enfin, chacun des douze secteurs est partagé en six autres portant des numéros d'ordre 1, 2, 3, 4, 5, le premier de ces petits secteurs étant désigné par le nom de la couleur principale.

Ainsi nous aurons :

Le bleu pur; puis *les bleus* 1, 2, 3, 4, 5 qui se rapprochent de plus en plus du bleu-violet.

De même :

Le bleu-violet pur; puis les *bleus-violets* 1, 2, 3, 4, 5, qui se rapprochent de plus en plus du violet. Un de ces bleus-violets peut être pris comme équivalent à l'indigo.

En résumé, nous avons soixante-douze couleurs franches nettement désignées.

Dans la construction de ce cercle chromatique, il est nécessaire de laisser un petit secteur blanc entre deux secteurs colorés consécutifs, de manière à réduire autant que possible les effets de contraste.

Il est facile d'ailleurs de réaliser un cercle chromatique avec des couleurs pour papiers peints, des couleurs à l'huile ou même des couleurs vitrifiables, ou des écheveaux de laine teinte : c'est ce qu'on fait très bien dans certaines fabriques.

A la manufacture des Gobelins, M. Lebois, chef de l'atelier des teintures, a construit avec des laines teintes d'admirables cercles chromatiques, sous la direction de M. Chevreul.

Le cercle chromatique doit être souvent consulté : il permet d'abord de reproduire exactement une nuance donnée qu'on a employée avec succès pour produire un certain effet et qu'on a désignée par un nom accompagné d'un numéro.

De plus, une nuance quelconque étant déterminée sur le cercle chromatique, *on connait immédiatement la nuance complémentaire.*

C'est la nuance qui occupe le secteur diamétralement opposé.

Ainsi le *jaune-vert* a pour complémentaire le *violet-rouge ;* l'*orangé-jaune,* le *bleu-violet,* etc.

Il en est de même pour les nuances intermédiaires : le *vert-bleu n° 4* ou (comme on dit pour abréger) le *4 vert-bleu* a pour complémentaire le *4 rouge-orangé.*

GAMMES DE COULEURS FRANCHES

Avec chacune des 72 couleurs précédentes, on peut former une gamme de vingt tons régulièrement dégradés avec des quantités croissantes de blanc, depuis le maximum d'intensité de la couleur jusqu'au blanc pur qui représente une intensité de coloration égale à zéro.

On désigne les tons de ces gammes par des numéros d'ordre.

On dira, par exemple, pour désigner un certain jaune-vert éclairci par du blanc :

3 jaune-vert 12 ton; ce qui signifie : douzième ton de la gamme formée avec le troisième jaune-vert mêlé de blanc.

GAMMES DE COULEURS RABATTUES

Supposons un quart de cercle dans un plan perpendiculaire à celui du cercle chromatique et passant par l'un des rayons de celui-ci, et partageons ce quart de cercle en vingt parties égales.

Si les vingt tons de la gamme franche correspondante sont étalés sur ces vingt secteurs après qu'on les a mélangés d'un dixième de noir, on aura la première gamme rabattue.

La deuxième gamme sera formée de même avec deux dixièmes de noir, et ainsi de suite.

Si le quart de cercle est supposé mobile autour du rayon qui occupe la position verticale et que l'autre rayon parcourre toute la surface du cercle chromatique, le quart de cercle décrira une demi-sphère; de là le nom de *construction chromatique hémisphérique* donné par M. Chevreul à cette conception.

Il ne faut pas croire que ces expressions : couleur rabattue par un dixième, deux dixièmes de noir s'appliquent au *mélange matériel* de la couleur avec le dixième, les deux dixièmes de son poids de noir aussi pur que possible.

On forme une gamme de gris purs composée de dix tons variant du blanc pur au noir pur par tons régulièrement dégradés.

Le premier ton représentera le blanc rabattu avec un dixième de noir; on pourrait l'appeler le *premier gris clair* ou gris n° 1.

Ce gris, mélangé avec une gamme de couleur franche, donnera une première gamme de tons rabattus à un dixième de noir.

Et de même pour les autres.

M. Chevreul a construit une série de dix cercles chromatiques ainsi constituée :

1° *Cercle des couleurs franches*, établi comme nous l'avons dit plus haut, avec 72 couleurs aussi pures que possible.

2° *Cercle des couleurs rabattues à un dixième de noir* : c'est le même cercle imprimé avec superposition de gris n° 1.

3° *Cercle des couleurs rabattues à deux dixièmes de noir*, etc.

Le dernier cercle comprend *les couleurs rabattues à neuf dixièmes de noir* : on l'obtient de même par la superposition du gris foncé, à neuf dixièmes de noir.

Avec les éléments précédents, il est facile de classer une couleur quand on a l'œil naturellement sensible et suffisamment exercé.

On voit tout d'abord si la couleur est franche ou si elle est rabattue, et on lui cherche sa place dans une des gammes précédentes.

Quand la place est trouvée, le nom est tout indiqué. Toute autre personne, ayant une vue normale et suffisamment habituée à ce genre de travail, obtiendra exactement le même résultat.

Les couleurs peuvent donc se définir et se classer avec une rigueur absolue.

TABLE DES MATIÈRES

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES

TABLE GÉNÉRALE ET ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME

AVIS. — Les noms des auteurs sont en italiques : nous renvoyons le lecteur à toutes les pages où ils sont cités.

A

B

C

D

F

G

H

I

J

K

L

M

P

T

FIN DE LA TABLE ALPHABÉTIQUE

PARIS. — IMPRIMERIE C. MARPON ET E. FLAMMARION 26, RUE RACINE.